3e Année — N° 16 — Août 1936

ANNALES DE PHYSIQUE DU GLOBE DE LA FRANCE D'OUTRE-MER

(Météorologie, Séismologie, Magnétisme terrestre, Océanographie, Volcanologie, Hydrologie)

Paraissant tous les deux mois

LIBRARY
OCT 9 - 1936
WEATHER BUREAU

SOMMAIRE

Ciels de la France d'Outre-Mer.

Mesures de température et d'humidité effectuées en avion à Fort-Lamy (A. E. F.).

Transformation des systèmes nuageux d'Est au voisinage de Saint-Louis (A. O. F.).

La protection de l'hydravion « Lieutenant de Vaisseau Paris » aux Antilles.

La décrue des sources d'Ampasinkely (Madagascar).

Notes et informations.

PARIS Ve
LAROSE ÉDITEUR
11, RUE VICTOR-COUSIN

Prix du Numéro : 6 francs

ANNALES DE PHYSIQUE DU GLOBE DE LA FRANCE D'OUTRE-MER

LAROSE, Éditeur,

11, Rue Victor-Cousin, PARIS (Ve)

-:- Téléphone : Odéon 32-70 -:-

Chèques postaux : Paris 428.81

PRIX DE L'ABONNEMENT ANNUEL

(6 numéros)

FRANCE ET COLONIES FRANÇAISES. . .	**35 francs.**
ETRANGER	**40 francs.**

Les abonnements sont payables d'avance à la souscription.

Chaque changement d'adresse doit être accompagné de 1 franc en timbres-poste.

Prix des collections 1934 et 1935, l'une .	**50 francs.**
Prix du N° isolé de ces collections..	**10 francs.**

Tous droits de reproduction réservés

Les Annales de Physique du Globe de la France d'Outre-Mer sont publiées sous les auspices du *Conseil de Perfectionnement des Services de Physique du Globe des Colonies*, et sous la direction de M. Henry Hubert, Inspecteur Général du Service Météorologique Colonial.

Chaque numéro contient des mémoires originaux, une chronique des questions de Physique du Globe intéressant les Colonies françaises et une revue bibliographique.

Les Annales de Physique du Globe de la France d'Outre-Mer résument les recherches et observations faites par les météorologistes coloniaux et présentées dans les publications locales ; elles abordent en outre soit des études spéciales n'ayant pu trouver place dans ces publications, soit — et cela de préférence — des travaux d'ensemble concernant des groupes ou la totalité de nos territoires extérieurs. Elles se proposent de faire ressortir la variété et la nouveauté des recherches de Physique du Globe entreprises dans nos possessions lointaines et de réaliser une présentation synthétique des questions, considérées dans le cadre très vaste de notre domaine colonial.

Les numéros de l'année 1936 sont publiés à l'aide d'une subvention de la Fondation Loutreuil (Académie des Sciences).

J. AURICOSTE

Horloger de la Marine de l'État ;
de l'Observatoire du Bureau des Longitudes
et du Service Géographique de l'Armée

10, Rue La Boëtie, **PARIS**

Téléph. : Anjou 25-60

Études
Projets
et
Devis
gratuits
sur demande

Installation
de
Centres Horaires
—
Distribution
d'heure

HORLOGERIE DE HAUTE PRÉCISION
:-: PENDULES ASTRONOMIQUES :-:
:-: CHRONOMÈTRES DE MARINE :-:
CHRONOGRAPHES-COMPTEURS
:-: HORLOGERIE ÉLECTRIQUE :-:
Construction — Réparations

Ciels de la France d'Outre-Mer

Les connaissances acquises sur les nuages sont suffisamment avancées aujourd'hui pour permettre d'affirmer que leurs formes — toujours en corrélation avec leur altitude — ne sont pas spécifiquement différentes dans les régions tropicales de ce qu'elles sont dans les pays tempérés. La même terminologie est applicable dans les deux cas.

Ce qui est vrai pour les nuages l'est aussi pour les associations nuageuses, dont les éléments se présentent suivant une même « succession » pour reprendre ici une expression qui a fait fortune.

Malgré ces analogies, les ciels des régions tropicales offrent très souvent des aspects particuliers, résultant souvent d'une condensation plus brutale de la vapeur d'eau et d'une évolution plus condensée des systèmes nuageux.

Or, il peut être fort utile, pour toutes les personnes qui s'intéressent à la météorologie des colonies, d'avoir sous les yeux un tableau fidèle des aspects du ciel tropical caractéristiques de certaines situations du temps. C'est pourquoi nous avons songé à présenter au public, aussi souvent que nous en aurons l'occasion, et si possible dans chaque numéro de ces Annales, des photographies des ciels de la France d'outre-mer, analysés par les météorologistes coloniaux.

Mesures de température et d'humidité effectuées en avion à Fort-Lamy

Ces mesures ont été effectuées le 6 mars 1936, entre 0 et 4.000 mètres, en mettant à profit un des vols d'entretien de la berline sanitaire de Fort-Lamy. De telles observations à haute altitude ne pouvant se reproduire que deux fois par an, il ne faut pas compter sur ce moyen d'investigations pour entreprendre des études systématiques ; aussi les résultats que je vais exposer doivent-ils être considérés comme un simple prélude à des études plus complètes qui seront faites ultérieurement par des sondages.

Précision probable des mesures. — Les mesures de température (thermomètres sec et mouillé), ont été effectuées en faisant dépasser de 10 centimètres environ les réservoirs des thermomètres au dehors de la cabine ; les lectures ont été faites dans cette position, et seulement lorsque les colonnes de mercure étaient sensiblement stabilisées ; on peut donc estimer que les erreurs de lecture ne dépassent guère le 1/10e de degré. Les calculs d'humidité ont été faits en supposant que les instruments avaient été placés dans des conditions comparables à celles d'un psychromètre-fronde [formule d'Angot : $f = F' - 0{,}00069h(t - t')$].

Les mesures de hauteur ont été faites simultanément avec un altimètre à cadran et un baromètre enregistreur ; les corrections essentielles étant effectuées, les indications de l'un et l'autre appareil se sont confirmées sensiblement ; l'appréciation des hauteurs est au moins aussi précise que celle qui résulte d'un sondage à un seul théodolite.

Horaire des observations. — L'avion a décollé à 0625 TMG ; l'altitude de 700 mètres a été atteinte à 0633 ; celle de 3.000 mètres à 0712 ; celle de 4.000 mètres (plafond) à 0745 ; la descente a commencé vers 0757 ; arrivée au sol vers 0815.

En même temps, un sondage aérologique, commencé à 0605 TMG, atteignait la hauteur de 4.000 mètres à 0625 et se terminait vers 13.000 mètres à 0715.

Résultats. — Ceux-ci sont consignés dans le tableau de la page 109. Le résultat le plus apparent, pour les températures, est une forte inversion au sol (+6° entre le sol et 500 m.) *suivie d'un décroissement de température assez régulier et très voisin du décroissement par détente adiabatique* (0°90 par 100 m. en moyenne entre 1.000 m. et 4.000 m.).

Une légère extrapolation de la courbe de température montre que *l'isotherme* 0 *se trouve vers* 4.200 *mètres* (1), hauteur sensiblement plus basse que celle qui est généralement admise pour les régions intertropicales. Ce fait est à souligner, car il n'est probablement pas accidentel (des mesures de plafond sur des cirrocumulus, entre 4.000 et 5.000 mètres, me l'avaient fait prévoir).

L'interprétation des mesures d'humidité est plus délicate et nécessite un rapide examen de la nature des courants au cours de la période qui a précédé les mesures.

Les graphiques des vents de la saison sèche, à Fort-Lamy, se rapprochent beaucoup de ceux de l'A. O. F. : au sol, vent permanent de direction dominante NE, dont la limite supérieure est entre 1.000 et 2.000 mètres en général ; il est généralement surmonté d'un courant S à W s'étendant de 1.500 à 3.000 mètres environ ; entre 3.000 et 8.000 mètres, on note, tantôt un vaste courant d'Ouest, tantôt un vent de direction très franchement Est, tantôt ces deux courants superposés ; au-dessus, souvent séparé des courants précédents par une zone de calme, un courant permanent Sud-Ouest à Nord-Ouest, dont la base oscille généralement entre 7.000 et 12.000 mètres.

Ce dernier courant est sans doute le courant supérieur d'Ouest ; le courant d'Ouest entre 3.000 et 8.000 mètres présente les caractéristiques d'un contre-alizé, et il faut probablement rattacher à la même formation les courants de Sud à Ouest entre 1.500 et 3.000 mètres : le courant d'Est aux altitudes moyennes, est le courant général d'Est.

La nature du courant au sol est plus incertaine : est-ce un alizé ou un fragment du courant général d'Est ? Sa direction dominante Nord-Est (bien nette également à Ati, Largeau, Fada) est en faveur de la première hypothèse ; mais il est sec et chaud au sol, et il est à présumer qu'un courant d'Est pénétrant dans la cuvette tchadienne par le couloir Ennedi Tibesti serait dévié vers le Sud par le massif du Tibesti. D'autre part, les alizés originaires de l'anticyclone des Açores sont certainement arrêtés dans leur progression vers l'Est par le massif du Hoggar et le Tibesti, en même temps que rabattus vers le Sud par la rotation terrestre ; ils n'atteignent pas la cuvette tchadienne ou du moins n'y soufflent pas au sol ; mais l'alizé qui nous occupe — si c'en est un —, peut prendre naissance dans des régions continentales désertiques : Lybie ou Arabie par exemple ; il se distinguerait donc bien, par son origine et son mécanisme, du courant général d'Est.

On peut espérer que les sondages d'humidité peuvent rendre de grands services pour l'identification de ces divers courants, et, en conséquence, pour l'amélioration des méthodes de prévision.

En effet, *on peut supposer a priori qu'un courant ayant une origine et un mécanisme bien définis doit avoir une composition pondérale, et particulièrement une richesse en eau, également bien définies* (quelles que soient, d'ailleurs, les conditions de température et de pression). Cette homogénéité ne peut pas être évidemment recherchée directement dans l'humidité relative, ni dans la tension de vapeur d'eau, grandeurs complexes, dépendant, entre autres facteurs, de la température et de la pression totale.

Pour évaluer cette richesse, nous disposons des mesures de pression totale et de tension de vapeur d'eau.

Si nous admettons que la vapeur d'eau suive la loi des gaz parfaits, sa densité, par rapport à l'air sec, est un coefficient constant. Posons :

h = pression partielle de l'air sec.

f = pression partielle de la vapeur d'eau.

H = pression totale de l'air ($H = h + f$).

d = densité de la vapeur d'eau par rapport à l'air sec.

Nous avons en vertu de la loi des gaz parfaits et par définition même de d :

$$\frac{\text{poids vapeur d'eau}}{\text{poids air sec}} = \frac{df}{h}$$

La richesse r de l'air total en vapeur d'eau est alors :

$$r = \frac{\text{Poids vapeur d'eau}}{\text{poids air sec} + \text{poids vapeur d'eau}} = \frac{df}{h + df} = \frac{df}{H - (1 - d)\, f}$$

Soit, si l'on admet pour d la valeur 0,623 :

$$r = \frac{0{,}623\, f}{H - 0{,}377\, f}$$

C'est la formule indiquée par Angot qui l'obtient par des moyens moins directs. Le calcul en serait fastidieux ; il est préférable d'opérer par des méthodes graphiques, plus parlantes. Pour y parvenir, remarquons que l'on ne commet qu'une erreur minime en négligeant le terme correctif $-0{,}377\, f$ (par exemple, pour $H = 500$ mm. et $f = 11$ mm., cas très défavorable, l'erreur est de $4/5^{e}\%$; les mesures sur lesquelles nous opérons ont une précision du même ordre, inférieure même).

(1) Soit 4.520 m. environ au-dessus du niveau de la mer.

Si nous posons donc :

$$r = \frac{0{,}623\ f}{H}$$

cette relation de proportionnalité entre r, f et H signifie que, sur un graphique en coordonnées proportionnelles représentant f en fonction de H, *tous les points représentant une même richesse en eau seront alignés le long d'une même droite passant par le point* 0 *des coordonnées.*

Il ne faut pas oublier que nous avons assimilé la vapeur d'eau à un gaz parfait, et que cette relation n'aurait plus aucune valeur si l'humidité relative devenait voisine de 100.

Revenons aux vents étudiés le 6 mars (Fig. p. 108).

Un cas particulier se présente ce jour-là : invasion des couches inférieures par la mousson qui refoule vers 1.000 mètres le courant observé habituellement au sol. (C'est bien de la mousson qu'il s'agit : la progression de ce courant vers le Nord est observable depuis la deuxième quinzaine de février ; à Archambault, disparition du courant de Nord-Est remplacé par un courant de Sud-Est au sol ; accroissement de la nébulosité, quelques pluies d'orage ; à Bousso, des pluies d'orage sont également signalées quelques jours après. Quand ce courant atteint Fort-Lamy, les minima de température passent de 18 à 26°, le minimum d'humidité de 2 ou 3% à 30%, les maxima d'humidité atteignent le voisinage de la saturation ; enfin apparition corrélative, pour la première fois depuis la fin de la précédente saison humide, de cumulus bien développés). Immédiatement au-dessus de la mousson, le courant de Sud-Sud-Est à Sud-Est est vraisemblablement le courant habituel de Nord-Est refoulé et dévié temporairement par le front de la mousson ; il a en effet une richesse en eau comparable à celle du courant de Nord-Est au sol ; de plus, en régime d'hiver, un vent de direction Sud-Est n'a été observé à cette altitude qu'à l'occasion des premières invasions de la mousson, de laquelle il se distingue nettement par son humidité. Au-dessus enfin, à partir de 3.000 mètres environ, un courant d'Est qui peut-être, soit la continuation du précédent, soit le courant général d'Est.

Examinons le graphique de f en fonction de H (Fig. p. 107).

Du sol à 200 mètres, f croît fortement, passe par un maximum voisin de 15 millimètres, décroît, passe par un minimum de 6 millimètres pour croître de nouveau jusqu'à 9 mm. 5 à 1.000 mètres. Ces fortes variations au sein de la mousson peuvent s'expliquer par la turbulence au voisinage de la surface de contact, et surtout par la formation probable de petits cumulus au cours de la journée précédente, nuages qui, résorbés sur place, auront transporté vers 1.000 mètres une partie de l'humidité de la couche de 600/800 mètres.

De 1.200 à 1.800 mètres, tous les points se groupent étroitement autour de la droite qui, définie par la formule précédente, représente une richesse en eau $r=6{,}9$ p. mille.

De 1.900 à 3.100 mètres, les points se groupent, mais beaucoup moins étroitement, autour de la droite $r=6{,}0$ p. mille. Les inflexions que subissent les points représentatifs de l'humidité dans cette portion de courbe correspondant exactement à de légères inflexions du graphique des directions.

Enfin, à 3.300 mètres et au-dessus, nouveau groupement serré autour de la droite $r=3{,}2$ p. mille.

On remarque donc, à 3.300 mètres, une *séparation très distincte*, le courant supérieur ayant une richesse en eau sensiblement moitié de celle du courant sous-jacent. Ces groupements de valeur différencient nettement le courant général d'Est de la couche sous-jacente ; si celle-ci est bien identique au courant habituel de Nord-Est au sol, il faut en conclure que ce dernier n'est pas le courant équatorial ; il est assez vraisemblable que ce soit un alizé bien que le centre de haute pression dont il serait originaire reste à déterminer.

Un autre ordre de recherches rendrait également des services immédiats : nous avons déjà remarqué que le décroissement de température s'est révélé très voisin du décroissement adiabatique. En admettant que la température vers 1.200 mètres soit pratiquement soustraite à la variation diurne, il devait naître des courants ascendants dès que la température au sol dépasserait 40°5 ; cependant une masse d'air contenant de la vapeur d'eau sous 15 millimètres de tension au sol, transportée à 1.200 mètres et détendue, ne prendrait dans ces conditions qu'une humidité voisine de 45% ; pour qu'elle atteigne 3.000 mètres, il fallait supposer une température de 43°3 au départ, et là encore son humidité relative (la tension de vapeur au départ, restant la même) restait un peu inférieure à la saturation. Néanmoins, ce chiffre de 15 millimètres ne concernant que des mesures au-dessus du sol sec, on pouvait prévoir qu'au voisinage des marigots et des grandes masses d'eau courantes, les masses d'air entraînées seraient suffisamment humides pour engendrer les formations cumuliformes.

C'est ce qui se produisit, en effet : la température ayant atteint 40° à l'enregistreur sous abri à 12 heures locales, quelques cumulus assez clairsemés mais

bien développés apparurent aussitôt ; vers 13 heures leur sommet atteignait approximativement 1.600 mètres, leur base se situant vers 1.000 mètres ; ils disparurent peu après 16 heures, ne laissant que quelques alto-cumulus lenticulaires rapidement dissous.

On peut donc espérer qu'en saison humide des sondages quotidiens de température et d'humidité, poussés simplement jusque vers 3.000 mètres, permettraient de prévoir avec beaucoup de précision l'heure de formation et l'importance probable des nuages orageux. On ne pourrait évidemment pas lâcher quotidiennement un appareil radio-sonde par ballon libre, ce qui implique, en Afrique, la perte à peu près certaine de l'instrument ; mais on pourrait songer à exécuter ces mesures par ballons captifs ; si ce procédé se révélait réellement efficace, on pourrait en prévoir l'application dans plusieurs stations, d'où la connaissance quotidienne de l'inclinaison des isothermes, et, probablement, une prévision facile du lieu de formation et de la trajectoire des orages les plus dangereux.

Une semblable organisation ne peut être envisagée sans étude systématique préalable, mais son intérêt scientifique et son utilité immédiate justifient amplement l'entreprise de recherches actives et approfondies dans ce domaine.

Jean GOUAULT,
Ingénieur-météorologiste des Colonies,
Fort-Lamy (A. E. F.).

Transformation des systèmes nuageux d'Est au voisinage de Saint-Louis (A. O. F.)

En 1933, nous avions remarqué à Saint-Louis la faible fréquence des précipitations, des tornades et des passages nuageux importants par rapport à celle des régions voisines, à l'Est et au Sud-Est, surtout si l'on tient compte qu'une petite partie des pluies tombées à Saint-Louis vint du secteur Ouest. Ainsi Dagana et Louga enregistrèrent un fort excédent, tandis que Saint-Louis présentait un déficit.

En 1934, des faits identiques s'observèrent en ce qui concerne les passages nuageux qui sont apparus surtout dans le Sud-Est.

Les faits se passent toujours ainsi : dans le secteur Est (du Sud-Est au Nord-Est) de gros cumulo-nimbus et des fronts nuageux importants apparaissent dans le courant de l'après-midi. On pourrait croire à l'approche d'une tornade et annoncer qu'il pleuvra à Saint-Louis quelques heures plus tard, en tout cas qu'on y enregistrera une forte nébulosité par nuages bas.

Sept fois sur dix il n'en est rien, le front nuageux s'avance mais, arrivé à une certaine distance du littoral, sans doute au niveau du lac de Guiers, à l'Est du fleuve, il stagne, la masse nuageuse s'élève, s'effiloche en prenant de l'altitude et ce ne sont que des nuages moyens et supérieurs, souvent accompagnés de fracto-cumulus ou de lambeaux de stratus, qui passent au-dessus de la ville (Fig. p. 109-111).

En somme, tout se passe comme si la masse de nuages ralentie ou arrêtée devant un obstacle, montait pour le franchir.

En fait, les sondages ont permis d'observer d'importants remous au-dessus du fleuve Sénégal et de la région inondée dite des marigots ; le ballon tourbillonne, tressaute, et le plus souvent le vent d'Ouest occupe à ce moment une couche assez importante au-dessus du sol.

Ainsi, en 1934, bien que ces faits furent moins nets qu'en 1933, le 10 août par exemple, le vent d'Ouest souffle toute la journée et jusqu'à 5.000 mètres en altitude.

Le temps est chaud, dans l'après-midi des cumulus puissants apparaissent dans l'Est, s'y maintiennent. Seuls des cirrus denses tendant aux cirro-stratus passent au-dessus de Saint-Louis. Dans la nuit et le lendemain matin, le vent d'Ouest fait place au vent du secteur Est à partir de 2.000 mètres, mais occupe encore une couche de 1.400 mètres l'après-midi (vent NE à cette altitude, puis ENE à 2.500 mètres). Des nuages bas, accumulés dans l'Est, continuent leur évolution et il passe des alto-cumulus à parties d'alto-stratus venant d'Est mais pas de nuages bas autres que des cumulus moyens, et des fracto-cumulus donnant une nébulosité moyenne des nuages bas de 2 à 3/10 alors que la nébulosité totale était de 5 à 9/10 (Fig. p. 111).

La limite des vents Nord-Ouest et Est s'étant abaissée à 800 mètres dès 18 heures, une petite pluie d'Est-Nord-Est donna 6 millimètres à 18 h. 30 à Saint-Louis. Dagana ne reçut pas d'eau.

Le 16, la base de l'harmattan s'abaisse à 800 m.

Vers 11 heures, de puissants cumulus apparaissent dans le secteur Sud-Est avec bourgeonnements dès 15 heures. L'alto-cumulus tend à l'alto-stratus, le plafond s'abaisse rapidement ; il n'y a aujourd'hui pas de « mur » devant les nuages bas d'Est et les cumulus bourgeonnants envahissent le ciel, l'alto-stratus également et une pluie fine tombe à 16 h. 30. A 17 heures, l'alto-stratus et des fracto-nimbus couvrent tout le ciel, précédant l'imposante masse de cumulo-nimbus. A 18 heures tonnerre, éclairs puis un coup de vent à 18 h. 14. L'orage se calme vers 18 h. 45, allant vers le Nord-Ouest (Fig. p. 110).

Il y tournoie un moment et une partie des nuages les plus bas reviennent, l'orage reprend à Saint-Louis, de 19 h. 45 à 20 h. 20 et disparaît enfin au Nord-Nord-Ouest.

Il semble qu'il y ait conflit entre la base de l'harmattan et la limite inférieure du vent d'Ouest (Ouest-Nord-Ouest à Saint-Louis le 16 août, Nord-Ouest à Linguère) avec remous et courants ascendants, cette limite s'élevant en altitude au voisinage du littoral et vers la mer (pénétration du vent d'Ouest en coin sous l'harmattan avec, peut-être, seuil à ce niveau) et que la masse nuageuse basse se trouve plus ou moins déviée ou forcée de monter en se dégageant et que ce ne sont que les produits de cette désagrégation qui, restant dans le courant d'Est, passent le fleuve.

Souvent les régions avoisinantes sont arrosées et, en 1933, Dagana et Louga signalèrent de la pluie ou des orages d'Est ou du Sud-Est mais la région du littoral entre Biach et Gandiole ne reçut pas d'eau.

Ces observations permettent de poser quelques règles dont il y a lieu de tenir compte pour les prévisions locales à Saint-Louis. Trois cas sont à examiner en hivernage :

1° Le vent d'Ouest occupe depuis le sol, une épaisse couche de l'atmosphère ;

2° Le vent d'Ouest n'occupe qu'une faible couche de l'atmosphère au voisinage du sol ;

3° Le vent d'Ouest disparaît complètement ou bien l'harmattan descend près du sol.

Dans le premier cas, les gros systèmes pluvieux ou orageux, les perturbations venant d'Est ne sont pas à craindre, les masses nuageuses basses sont arrêtées, désagrégées avant leur passage sur la région ou refoulées.

Seules de petites pluies d'Ouest peuvent être à craindre, il faut surveiller les systèmes nuageux venant de la mer.

Dans le deuxième cas, les masses nuageuses basses se transforment en nuages moyens accompagnés de nuages plus bas pouvant donner des pluies régulières, des bruines (surtout par alto-stratus) et des averses orageuses.

Dans le troisième cas, le vent d'Ouest peut faire place au vent d'Est souvent après quelques heures de calme. A ce moment, toute perturbation violente est à craindre : orage et grain. L'observation des systèmes nuageux d'Est ainsi que le développement des cumulus bourgeonnants dans le secteur Est permettra de préciser ces craintes.

Chaque fois que de gros cumulus bourgeonnants puis, plus tard, un front de nuages noirs, violacés apparaissent dans l'Est, chaque fois qu'observées du centre de l'île ces masses montent derrière la gare maritime (E.-S.-E. en moyenne), la « tornade » doit normalement passer sur Saint-Louis.

Elle y passe certainement si le fleuve y est étale (haute marée ou basse). Par contre, si le cours de l'eau dans le fleuve et ses différents bras est montant, la tornade est plus ou moins déviée vers le Nord ; elle continue alors le plus souvent sa route presque parallèlement au cours du fleuve.

Si le cours de l'eau descend (marée baissant) le grain est dévié vers le Sud et, très souvent, passe sur Gandiole. Il semblerait que, par là, la déviation vers le Sud soit limitée et qu'après l'embouchure du fleuve l'influence déviatrice soit nulle.

Ces derniers faits avaient déjà été signalés par le Frère Constantin sans qu'il puisse les expliquer.

Nos observations confirment les siennes, ainsi que celles effectuées par le Capitaine de Port-Salabert, à Kaolack, en 1932 également.

Il semble que, sur le Saloum, une déviation identique ait lieu quand la ligne de grain coupe le cours du fleuve sous un angle suffisant ou lorsqu'elle vient d'Est par marée montante (1).

Ces remarques sont d'un intérêt purement local mais il faudra plusieurs années avant de pouvoir recueillir une documentation suffisante au sujet de ces déviations.

PICQ,
Ingénieur-météorologiste des Colonies,
Saint-Louis (Sénégal).

(1) M. HUBERT a signalé également que les grains remontent la vallée du Niger dans la région de Koulikoro (*Nouv. ét. sur la mét. de l'A. O. F.* p. 107).

551.05
A 613a
59855

La protection Météorologique de l'hydravion " Lieutenant de Vaisseau Paris " aux Antilles

La présente note contient, d'une part, la description du réseau météorologique et des transmissions utilisées ; d'autre part, les compte-rendus de l'exécution de la protection des deux étapes Natal-Antilles et Antilles-Floride (Fig. p. 112-115).

I. — Le réseau météorologique

Les stations météorologiques fixes, relativement nombreuses au nord des Antilles, sont rares sur les côtes de l'Amérique du Sud. Il en est de même des navires qui fréquentent peu les régions situées à l'est des Antilles. Les efforts de l'organisation du réseau ont donc porté tout particulièrement sur la partie sud du voyage : Natal-Antilles.

Les stations dont on disposait dans cette région étaient Trinidad (Panamerican Airways), Sainte-Lucie, Barbade, Georgetown (Guyane britannique), Cayenne, Para-Belem, Luiz-Maranhao, Fortaleza, Natal, Fernando-Noronha et Recife.

Aucune de ces stations ne figure normalement dans la centralisation du Service météorologique de la Martinique.

La station de Trinidad, dont la participation a été obtenue par l'obligeant intermédiaire du Consul de France à Port-d'Espagne, a commencé à transmettre des renseignements dès le début de décembre.

Les observations, exprimées en unités anglaises, comportaient quelquefois des sondages. Cette station centralisait, en vue de leur retransmission, les observations de Barbade et de Sainte-Lucie. La qualité des observations était excellente, mais elles n'étaient pas spécialement destinées à la protection de l'hydravion, étant faites pour les besoins propres de la Compagnie de navigation aérienne panaméricaine. Les heures des observations variaient d'un jour à l'autre.

La station de Georgetown, alertée également par le Consul de France, émettait, tous les jours, un radiométéo en code de Copenhague, sans sondages et sans observations néphoscopiques.

Les seuls renseignements aérologiques de la région guyanaise régulièrement transmis provenaient de Cayenne. Cette station a été installée par les soins du Service Météorologique de la Martinique, avec le concours des autorités militaires de la Guyane. Ce poste transmettait des renseignements sûrs et aussi nombreux qu'il était nécessaire. La station a fonctionné à partir du début de novembre.

Les observations de Para-Belem, Luiz-Maranhao et Fortaleza parvenaient avec des retards allant jusqu'à 48 heures et même au delà. Les sondages de Natal étaient parfaits. La transmission des observations au sol, chiffrée en code de Copenhague 1924, était, en général, régulière, mais toutefois retardée par le travail propre de la station au moment des traversées océaniques. Dès le début de décembre, les observations de cette station ont pu être utilisées.

Le poste de Fernando-Noronha, relayé par Natal, transmettait de très utiles observations de bonne qualité, malheureusement celles-ci parvenaient avec peu de régularité.

Les observations de la station de Recife ne nous ont servi qu'à titre complémentaire de contrôle.

Aucune collaboration de navires n'ayant pu être obtenue, on a été réduit à utiliser les seuls renseignements de navires transmis par les postes centralisateurs américains.

Le réseau de stations utilisé en vue de la protection de la deuxième étape (Antilles-Floride) était beaucoup plus étendu, il comprenait toutes les stations officielles des Antilles et du sud-est des Etats-Unis. La marine américaine, de plus, a autorisé les stations de Guantanamo-Bay (Cuba) et San-Juan (Porto-Rico) à prêter leur concours à la protection du voyage. Par contre, il n'a pas été possible d'obtenir la collaboration des stations météorologiques de la Compagnie aérienne panaméricaine.

Les renseignements des navires ont été suffisants pour cette partie du voyage.

En résumé, le réseau des stations météorologiques ayant participé à la protection du voyage de l'hydravion a été très clairsemé dans la partie sud et assez dense dans la partie nord du trajet. Heureusement

les observations de la partie sud ont eu une durée suffisante pour permettre, au moment du voyage, l'interpolation des résultats et l'examen d'ensemble des phénomènes qui affectent la côte brésilienne et la côte guyanaise.

II. — Les transmissions radioélectriques

Il y a lieu de distinguer deux sortes de liaisons radiotélégraphiques : celles entre stations fixes et celles avec l'avion.

Pour les deux espèces de communications deux émetteurs ont été utilisés à la Martinique : 1° la station d'Etat (indicatif F. Z. F.) avec les longueurs d'onde 23 m. 27 (pour liaisons avec les stations fixes) et 54 mètres (pour les liaisons avec la Guadeloupe et avec l'avion) ; 2° la station côtière, appartenant à la colonie (indicatif F. P. I.) : elle était plus spécialement employée pour les liaisons avec Cayenne, avec les stations du Ministère de la marine des Etats-Unis et avec celles de la Panaméricaine. Employée pour les liaisons avec Natal, elle assurait également la presque totalité des liaisons terre-avion.

La centralisation était opérée directement à l'Observatoire, à Fort-de-France. Les liaisons fixes étaient :

1° Avant le voyage, duplex avec Natal à 14 heures, 18 h. 30 et 3 h. T. M. G., et toutes les demi-heures pendant le voyage ;

2° Avant le voyage, duplex avec Cayenne à 12 heures, à 14 heures et 2 heures T. M. G., toutes les demi-heures pendant le voyage ;

3° Avant le voyage, duplex avec Port-of-Spain à 13 heures et à 19 heures ; sur demande pendant le voyage ;

Toutes ces liaisons ont eu lieu sur ondes courtes ;

4° Pendant le voyage, duplex avec Porto-Rico, seulement sur 600 mètres.

Le nombre d'heures d'émissions destinées à la protection pour les deux stations, en tenant compte des essais, est compris entre 310 et 325. Le nombre d'heures de réception n'a pas été contrôlé mais paraît être le double.

Une mention spéciale doit être réservée à la station de Cayenne. Ce poste travaillait sur la plage de 15 à 60 mètres avec une puissance de 30 watts. Cet émetteur a été installé à la suite de la mission que j'ai accomplie en novembre en Guyane.

Il ne me semble pas utile de rappeler ici les difficultés de nature non technique qui ont surgi tout le long de la période des essais et même au moment du vol. La bonne volonté du personnel chargé de la T. S. F. a toujours permis de surmonter ces obstacles. Néanmoins, il est important de signaler que bon nombre parmi eux ont eu une solution surtout grâce aux interventions personnelles de M. le lieutenant de vaisseau Hébrard, agissant sur ma demande et avec une autorité indiscutée.

Les difficultés techniques en ce qui concerne les liaisons fixes ont été nombreuses. En premier lieu, aucune des stations (sauf celle de Cayenne) ne pouvait être dispensée en totalité de son trafic propre. Les émetteurs n'étaient donc pas toujours disponibles au moment voulu. Ensuite, leur puissance n'était pas toujours suffisante pour franchir la distance Natal Fort-de-France.

Enfin, de nombreux brouillages ont empêché les liaisons de s'accomplir normalement et souvent il a fallu doubler et même tripler la durée des émissions.

Tout ceci conduit à souhaiter la création d'un réseau indépendant pour le service aérien. Ce réseau devrait être équipé avec des postes puissants ou, mieux, comporter des relais tous les 1.500-2.000 kilomètres.

D'autre part, il est certain que les vacations sur 600 mètres ne présentent aucun intérêt ; la portée pratique de ces liaisons ne pouvant dépasser 200 kilomètres.

En ce qui concerne les liaisons terre-avion, elles ont été réalisées sur le parcours Natal–Fort-de-France, conformément aux instructions du Département. L'onde de 600 mètres n'a pu être utilisée que lorsque l'avion se trouvait au voisinage immédiat des stations intéressées.

Pour le voyage Antilles-Floride, l'émission de 600 mètres a été supprimée. Le poste d'Etat assurait la liaison sur 54 mètres au cours des premières 30 minutes et le poste côtier prenait la succession sur 36 mètres au cours de la deuxième moitié de l'heure.

Craignant une panne toujours possible de l'un des émetteurs, je me suis assuré, pour le premier parcours, le relai par Cayenne (ce relai n'a pu être utilisé par suite de très mauvaises conditions de propagation le jour du vol) et par Guadeloupe (Destrellan) pour le deuxième.

Pour le voyage vers Fort-de-France, la liaison directe avec l'hydravion n'a pu être établie qu'après Belem. Néanmoins, tous mes messages sont parvenus à l'hydravion sans retard *via* Natal.

Pour le parcours après la Martinique, l'avion est resté en communication avec F. Z. F. (poste d'Etat) jusqu'à Pensacola. Il faut noter que peu de temps encore avant l'arrivée de l'avion, les stations améri-

caines étaient obligées de passer par Fort-de-France pour communiquer avec lui. C'est d'ailleurs la raison pour laquelle j'ai dû demander à F. P. I. (poste côtier) de cesser son trafic avec l'avion pour se consacrer uniquement aux liaisons avec les postes américains fixes. Il est vrai que ces derniers ont été sollicités par un appel de détresse provenant d'un vapeur dans le golfe du Mexique, au moment où l'hydravion français touchait la Floride.

J'ai cru devoir donner ici tous ces détails en raison de l'importance du rôle des transmissions en météorologie. Je crois en effet que les transmissions radiotélégraphiques font partie du travail du météorologiste au cours d'une protection. En effet, il n'y a que le météorologiste qui soit à même de juger des besoins d'un aéronef en vol : sa vitesse sur la carte diminue-t-elle? Il y a lieu de se rendre *immédiatement* compte si la prévision a cessé d'être valable. L'avion se trouve-t-il pris dans un banc de brume, c'est encore au météorologiste de renseigner les aviateurs sur ce qui les attend et ceci *sans perdre un instant.* Or, si les deux services : météorologique et radiotélégraphique, sont séparés, il est matériellement impossible d'éviter les pertes de temps ce qui peut avoir des conséquences déplorables. Le mieux serait donc de disposer, au service météorologique, d'un émetteur qui se substituerait à ceux des autres services pour le trafic météorologique. En tout cas, il paraît nécessaire de mettre, au moment d'un vol, les émetteurs existants à la disposition exclusive et directe de la météorologie.

III. — La protection du voyage Natal-Fort-de-France

La protection proprement dite a débuté le 12 décembre, veille du départ de l'hydravion de Dakar. Avant cette date, dès les premiers jours de novembre, un bulletin météorologique complet était transmis à Paris, tous les jours, à 18 h. 30. Ce bulletin était destiné à l'Office national météorologique qui se proposait de diriger l'ensemble du voyage. Au début (mois de novembre) ce bulletin ne comportait pas de sondage ; le générateur d'hydrogène de l'Observatoire ayant été prêté à la Guyane et le générateur, commandé en France, n'ayant été livré que le 15 janvier, c'est-à-dire après le raid. Cependant grâce à l'ingéniosité de M. Lorieau, Météorologiste à la Martinique, un générateur fut monté de toutes pièces à l'atelier de l'Observatoire et on a pu procéder dès le début de décembre à l'exécution et à la transmission des sondages de Fort-de-France. Le bulletin de 18 h. 30 comportait les observations de 13 heures. Sur demande du Département des Colonies un second bulletin a été émis à partir du 10 décembre, à 03 heures T. M. G. ; ce bulletin était relatif aux observations de 01 heure T. M. G. Afin de pouvoir le réaliser il a fallu modifier complètement le système de centralisation de l'Observatoire. En particulier, j'ai abandonné la réception du Major Marine Bulletin pour la remplacer par celle du Bulletin commercial et aéronautique du Weather Bureau. Ce changement m'a permis de disposer de nombreuses observations une heure à peine après l'heure où elles ont été faites.

De plus, ce bulletin transmet un nombre assez grand de sondages du vent sur la partie sud des Etats-Unis, ce qui devait me servir pour la protection de la deuxième partie du parcours.

Quelques jours avant le départ de l'hydravion pour Fort-de-France, j'ai transmis au Commandant Bonnot le message ci-dessous à titre de documentation générale :

« Conditions météorologiques générales : Régime côte Amérique Sud obéit à centre chaud permanent Amazonie. Conséquence vents sont perpendiculaires à la côte jusqu'à région Guyane britannique où commence courant équatorial d'Est qui domine sur Antilles. Influence du centre Amazonie est atténuée ou exagérée suivant heure par brise qui s'étend en altitude jusqu'à 500 mètres et à 30 kilomètres au large. Vitesse normale vent dépasse pas 50 kilomètres ; en cas perturbations vents tournent vers l'Est atteint 90 kilomètres. Le courant d'Est moyenne 30 kilomètres épais au moins de 3.000 mètres se trouve au nord du 10° N. Le front des alizés est actuellement entre 15 et 20° Nord et provoque temps instable averses localisées sans grains forts sur Antilles. Visibilité bonne sauf réduite par rideaux de pluie. Pluies abondantes au voisinage des côtes, étendues région Guyane, peu étendues sur Antilles. Plafond moyen à 1000 mètres 5/10 par cumulus sauf stratocumulus de grain de 300 à 800 mètres 10/10 sur 50 à 100 kilomètres. »

Cette situation a été mise en évidence par un mois d'examen de cartes et rattachée à mes souvenirs personnels sur le temps et ses variations au cours du vol que j'ai eu l'occasion de faire entre Cayenne et Fort-de-France.

Jusqu'au départ aucun changement n'a été apporté à cette description générale du temps.

Dès le 18 décembre, aux messages quotidiens de l'observatoire on a joint les textes transmis par l'O. N. M.

Le 20 décembre, veille du départ, la situation suivante a été télégraphiée à Natal :

Météo Antilles françaises du 20 décembre 1935

« Situation atmosphérique. Atlantique partie Nord : vents Ouest à Sud-Ouest assez forts avec fort grains, visibilité médiocre, pluie étendue, mer agitée.

« Partie Est : observations Brésil manquent.

« Côte Guyane à Antilles : vent secteur Nord-Est à Nord modéré jusqu'à 1.500 mètres au moins. Temps incertain, plafond par cumulus puissants ou cumulonimbus 4 à 9/10 à 900-1.200 mètres. Visibilité assez bonne réduite par averses avec légers coups de vent. Mer belle.

« Côte Antilles : vent secteur Est faible devenant Nord-Est modéré avec périodes de calme. Ciel 5 à 10/10 par stratocumulus de grains à 400-1.000 mètres. Visibilité réduite par pluies. Mer belle.

« Mer des Antilles : partie Est vent Est modéré. Visibilité bonne, mer peu agitée. Partie centrale, vent variable, faible à modéré ; visibilité réduite par averses ; mer peu agitée.

« Partie Ouest : vent secteur Nord-Ouest à Nord modéré sur Golfe du Mexique, Nord-Est au sud de cette région. Visibilité bonne, mer peu agitée.

« Résumé : temps nuageux à couvert sur la région des Antilles à la Guyane. Vent secteur Nord-Est à Nord en altitude le long de la côte Antilles-Guyane-Brésil. »

Le départ étant prévu pour 13 heures T. M. G., à 10 heures T. M. G. je télégraphiai à Natal les dernières prévisions qui ne différaient que fort peu de celles de la veille. La situation représentée sur la carte n° 1 paraissait favorable : très grosse perturbation au nord des Bermudes (une des plus importantes observées cette année) ; — anticyclone à l'est des Antilles, cause accessoire des vents debout sur le parcours, épuisé par cette dépression — enfin à l'est-sud-est des petites Antilles dépression secondaire de faible importance devant également atténuer les vents du Nord. Cette situation devait durer au moins jusqu'à ce que le cyclone, au nord des Bermudes, ait dépassé le 40° de longitude (propagation Ouest-Est).

A 13 h. 30, le texte suivant me parvenait de l'O. N. M. :

« De Paris, le 21 à 09 h. 50. Observatoire Fort-de-France.

« Pour Commandant Bonnot, Natal.

« Reçu seulement ce matin 09 h. 30 message annonçant départ 21 à 13 heures. Renforcement prévu anticyclone golfe Mexique Nord Antilles ne se produira pas le 21 par suite trop fort creusement cette nuit Sud Nouvelle-Ecosse dépression venue des Grands Lacs, stop. Vents Nord forts de 55 à 80 Ouest, stop. Conseille vivement retarder départ d'au moins 24 heures. Phiserar, Paris. »

N'ayant pas encore reçu d'avis de départ de Natal et dans la crainte que le télégramme ait pu être remis directement au Commandant Bonnot à Natal et retarder ainsi son voyage à un moment qui me paraissait favorable au vol, je l'ai retransmis immédiatement précédé d'une nouvelle prévision. Voici le texte de mon message transmis à Natal, à 14 h. 10 et répété à 15 h. 20.

N° 1. Météo Observatoire Martinique

« Côte antillaise inchangée. Côte guyanaise couvert avec éclaircies. Vent du secteur Nord très faible. Visibilité moyenne. En altitude vent Nord faible. Quelques pluies, stop. Aucune aggravation sérieuse n'est à prévoir de Natal à Martinique pour les 24 heures à venir, stop. Renseignements des navires indiquent vent secteur Sud à l'Est des petites Antilles. Vent provoqué par dépression peu important dans le Nord, stop. Citation Phiserar Paris » (suit la citation *in extenso* du télégramme de l'O. N. M.).

Ce n'est qu'à 16 heures T. M. G. que l'annonce du départ de Natal m'est pavenue. Il fallait alors tenir compte de l'état d'esprit des aviateurs en présence de renseignements qu'ils pouvaient estimer contradictoires. Je me suis, par conséquent, attaché à réunir aussi rapidement que possible les observations qui pourraient leur confirmer la situation d'une façon indiscutable. A 16 heures, je remettais à la T. S. F. le message suivant :

N° 2. Météo Antilles françaises

« Situation à 12 heures T. M. G. conforme météo Washington et centralisation observatoire Fort-de-France. Très grosse dépression Nord Bermudes et une autre sur partie centrale Etats-Unis sans développement sur la région tropicale. Conséquence action centre Amazonie atténuée donc vents du Nord faibles sur côte guyanaise mais pluies et nuages à 500 mètres le long de la côte. Au large, vent du secteur Est ou Est-Sud-Est modéré. Antilles jusqu'à Georgetown beau nuageux avec quelques rares averses, vent secteur Est modéré jusqu'à 2.000 mètres. Visibilité bonne. Situation actuelle se maintiendra jusqu'à demain sauf changements secondaires qui seront signalés. »

Je ne fais pas figurer, dans le présent rapport, les messages périodiques (4 au cours de chaque heure) qui se composaient de ce simple avis « Météo inchangé » et qui retransmettaient au fur et à mesure les résultats bruts de la centralisation pour la région que l'avion devait survoler (1.500 kilomètres en avant sur la route).

A 18 h. 30, le message suivant était adressé à l'hydravion :

N° 3. Météo Antilles françaises du 21 a 18 h. 30 T. M. G.

« Atlantique partie Nord. Dépression au Nord Bermudes avec vent du secteur Ouest force tempête.

« Au Nord des Antilles vent secteur Est à Sud-Est modéré.

« A l'Est des Antilles vent faible du secteur Est et du secteur Nord le long de la côte Amérique du Sud. Visibilité bonne partout. Mer peu agitée devenant agitée. Plafond des nuages à l'Est des Antilles et sur côte Amérique du Sud 3 à 8/10 de 600 à 1.000 mètres avec rares averses.

« Mer des Antilles partie Est et centrale. Vent secteur Est modéré. Mer belle. Partie Ouest. Vent secteur Nord-Est modéré, mer belle. Visibilité bonne sur mer des Antilles.

« *Résumé.* Temps normal partout sauf très forte dépression au Nord des Bermudes.

« *Observations.* 17 heures T. M. G.

Fort-de France F. Z. F. 70 — 09 964 — 08 414 — 12 926 — 64 XXX — NEPH 606 XX — 80 624 — 40 977 — 50 933 — 61 115 — Pilot F. Z. F. 15 — 10 740 — 20 734 — 30 730 — 40 937 — 50 933 — 61 115 (1).

« *Observations Cayenne* 18 heures *T. M. G.*

CAY 93 — 22 668 — 09 258 — CCC 36 — Neph 50 XXX (2).

« *Observations Port-of-Spain* : nuageux, visibilité excellente. Plafond 5/10 à 800 mètres. Vent ESE 15 kilomètres.

« *Observations Georgetown* : partiellement nuageux. Plafond à 300 mètres 2/10 vent Nord-Est 10 kilomètres. Mer calme.

SHIP 12 h. T. M. G.

70 214 — 70 012 — 38 802 — 19 845 — 70 199 — 63 612 — 04 201 — 18 882 — 70 178 — 42 512 — 32 303 — 15 878 (1).

« Suit la situation du météo O. N. M. heure départ Paris 13 h. 33.

Ce n'est qu'à 20 heures que les premiers renseignements de l'avion me sont parvenus. Depuis cette heure et jusqu'à l'arrivée à Fort-de-France j'ai pointé sur la carte les positions que me transmettait l'hydravion.

D'accord avec M. le lieutenant de vaisseau Hébrard, qui a bien voulu assister personnellement à la veille, j'ai commencé à détailler mes messages au moment où l'hydravion s'est approché de la zone douteuse (c'est-à-dire vers le 50° de longitude).

A 22 heures T. M. G. je lui faisais parvenir le message suivant :

N° 4. Météo Antilles françaises, 22. T. M. G.

« F. Z. F. 70 — 01 953 — 04 303 — 11 823 — 80 XXX — Pilot F. Z. F. 20 — 10 639 — 20 748 — 30 636 — 40 639 (2).

« *Observations* 14 heures T. *M. G.*

« *Georgetown* nuageux, visibilité bonne, plafond nuages à 1.000 mètres 3/10, vent NE 8 kilomètres heure. Mer calme, stop.

« *Port Castries*, beau, visibilité bonne, plafond 1/10 à 1.000 mètres. Vent ENE 22 kilomètres-heure. Mer calme, stop.

« *Port-of-Spain*, nuageux, visibilité bonne. Plafond à 400 mètres 5/10. Vent calme. Mer belle.

« *Sondage Port-of-Spain*, 12 heures T. M. G.

« A 300 mètres Est 22 k/k ; 600 m. Est 25 k/h ; 1.000 m. Est 31 k/h ; 1300 m. Est 38 k/h ; 1600 m. Est 30 k/h 2000 ; Est 42 k/h stop.

« *Résumé* : beau temps sur les Antilles et sur la côte de la Guyane, stop. Vents modérés du secteur

(1) Fort-de-France : nuageux, nuages à 1500 mètres 5/10. Visibilité excellente. Vent au sol E 26 km/h. Pression 1012 mb. Température 26°. Humidité 60 %.

Vent en altitude : 200 m. ENE 40 km. h — 500 m. ENE 34 km/h. 1000 m. ENE 30 km/h ; 1500 m. NE 37 km/h ; 2000 m. NE 33 km/h ; 3000 m. ESE 15 km/h.

(2) Cayenn ○ : couvert, plafond 1500 mètres. Visibilité 10 km Vent E 12 km/h. Pluie il y a une heure .Mer agité ○

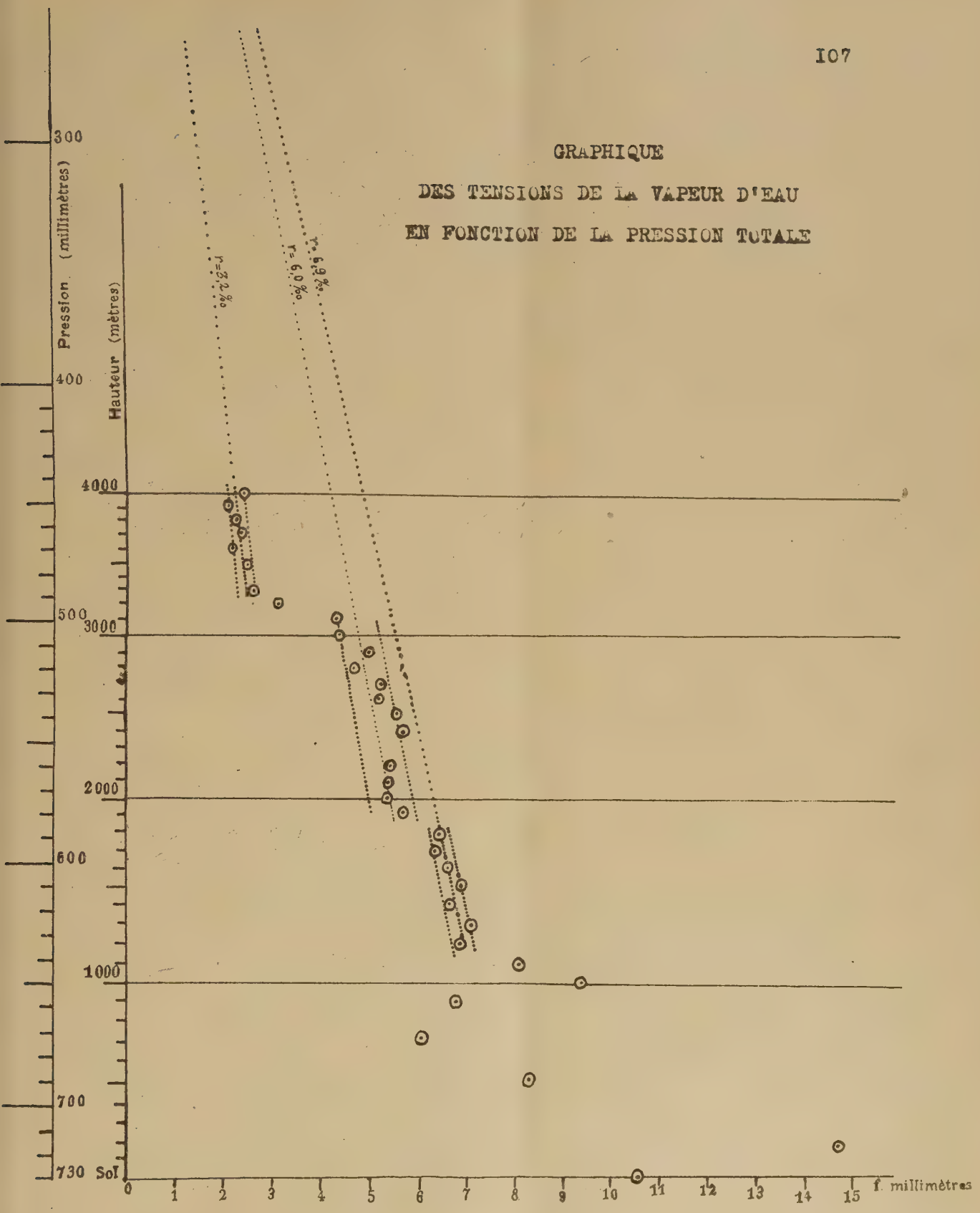
(1) Navires en mer ; Position 21°24' lat. N, 70° long. W à 12 h. TMG nuageux, visibilité 50 km. Vent ENE 65 km/h avec rafales. Pression 1019 mb. Température 24°.

Position 19°36' lat. N, 63°26' long, W à 12 h TMG un peu nuageux. Visibilité 50 km. Vent NE 12 km/h. Pression 1018 mb. Température 28°.

Position 17°18' lat. N, 42°20' long. W à 12 h TMG couvert. Visibilité 50 km. Vent N 18 km/h. Pression 1015 mb. Température 26°.

(2) Fort-de-France : un peu nuageux, nuages à 1000 mètres 2/10. Visibilité excellente. Vent au sol ENE 18 km/h. Pression 1011 mb. Température 23°. Humidité 80 %. Vent en altitude : 200 m. ENE 39 km/h ; 500 m. ENE 48 km/h ; 1000 m. ENE 36 km/h ; 1500 m. ENE 39 km/h.

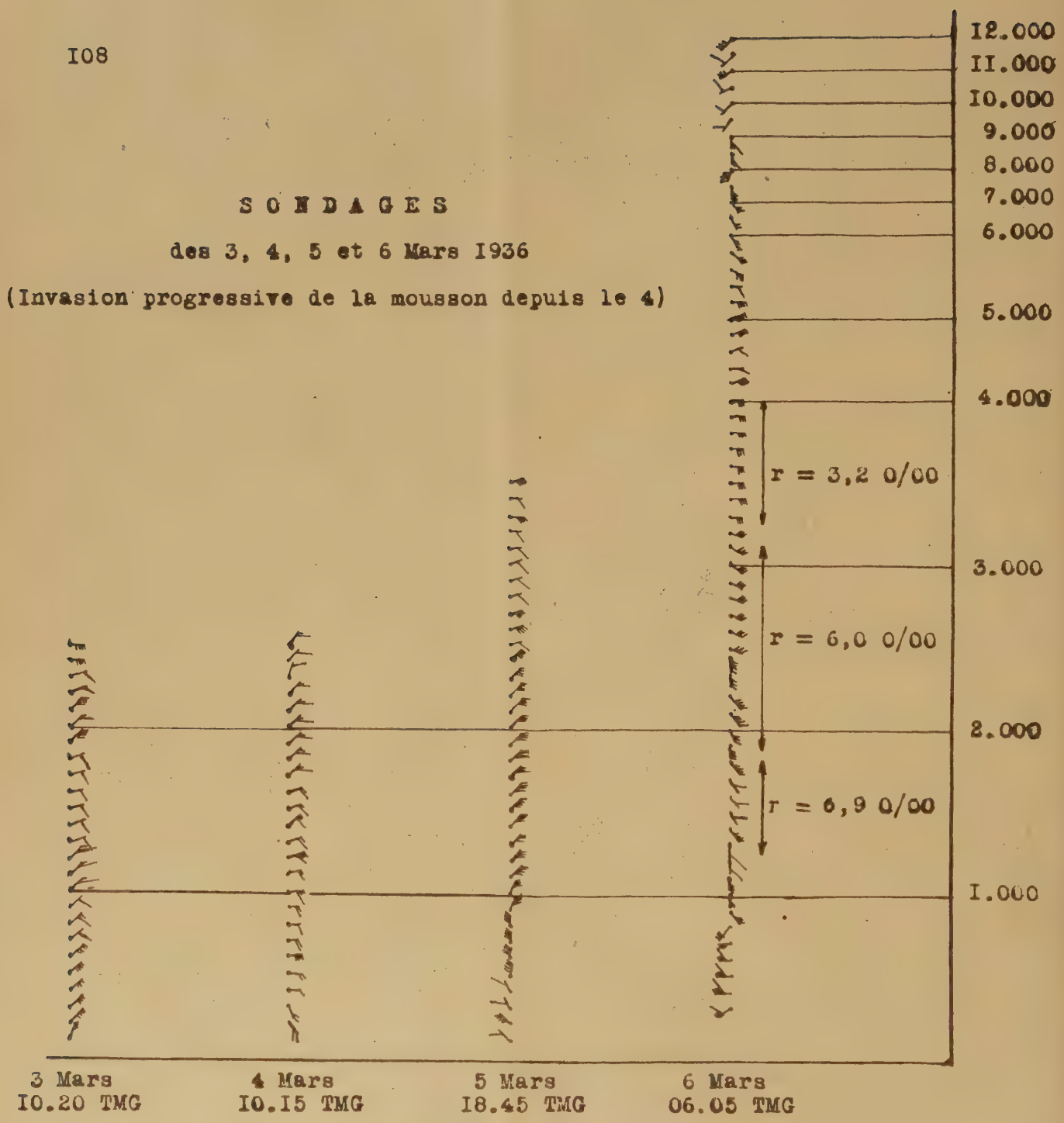
GRAPHIQUE
DES TENSIONS DE LA VAPEUR D'EAU
EN FONCTION DE LA PRESSION TOTALE



SONDAGES

des 3, 4, 5 et 6 Mars 1936

(Invasion progressive de la mousson depuis le 4)



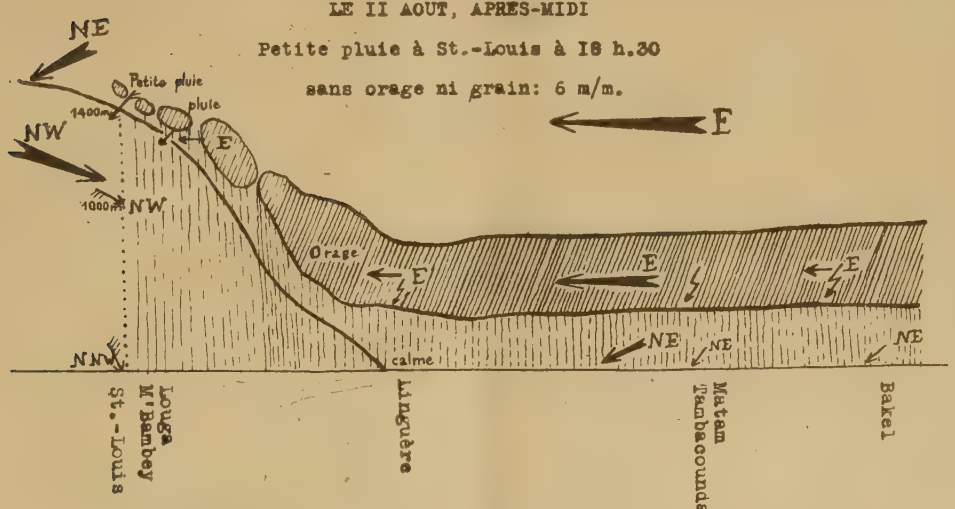
Hauteurs en Hectomètres (approxt)	Pressions correspondantes	t	t'	f	Humidité relative %
SOL	730	27,0	17,8	10,6	40
1	721	"	"	"	"
2	714	32,0	22,0	14,7	41
3	706	"	"	"	"
4	698	"	"	"	"
5	690	33,0	18,0	8,24	22
6	682	"	"	"	"
7	674	31,5	15,5	6,00	17
8	666	"	"	"	"
9	658	31,0	16,0	6,76	20
10	650	30,5	17,0	9,39	29
11	642	30,0	16,5	8,03	25
12	634	29,2	15,2	6,78	23
13	626	28,2	15,0	7,03	25
14	618	28,0	14,5	6,57	23
15	610	26,0	14,0	6,89	28
16	603	24,1	13,0	6,57	29
17	595	24,0	12,7	6,33	28
18	588	23,8	12,7	6,47	30
19	580	24,0	12,0	5,68	26
20	573	23,1	11,3	5,34	25
21	566	21,2	11,2	5,34	29
22	559	20,0	10,1	5,40	31
23	552	"	"	"	"
24	545	18,0	9,5	5,68	37
25	538	17,2	9,0	5,54	38
26	532	16,0	8,0	5,18	37
27	525	15,5	7,9	5,17	39
28	518	14,9	7,0	4,67	37
29	512	14,1	7,0	4,98	41
30	505	13,5	6,1	4,37	37
31	499	11,2	4,9	4,31	44
32	493	10,6	3,0	3,07	32
33	487	10,2	2,0	2,60	28
34	481	"	"	"	"
35	475	8,2	0,9	2,50	31
36	469	7,9	0,2	2,16	27
37	463	6,9	0,0	2,38	32
38	457	5,2	1,0	2,26	36
39	451	4,9	1,0	2,07	32
40	445	3,5	1,5	2,41	42

SITUATION ATMOSPHÉRIQUE DANS LA PARTIE NORD DU SÉNÉGAL

LE II AOUT, APRES-MIDI

Petite pluie à St.-Louis à 18 h.30

sans orage ni grain: 6 m/m.

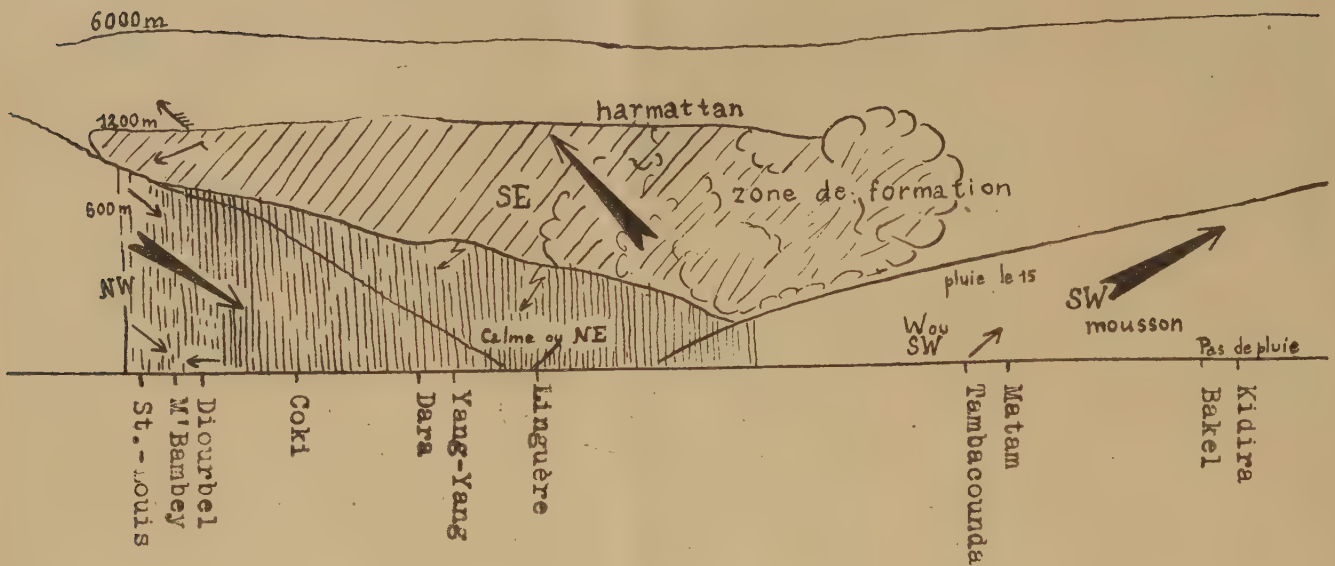


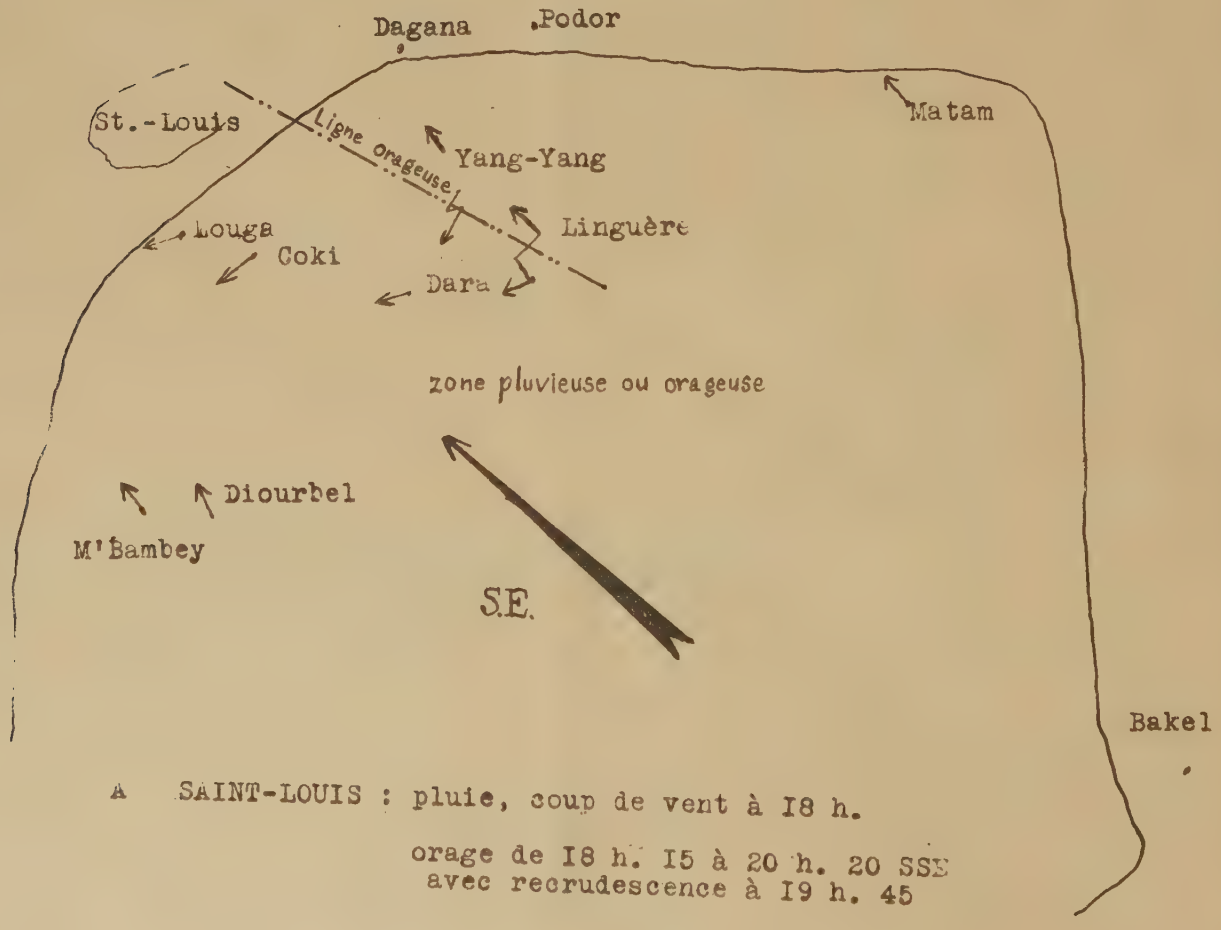
SAINT-LOUIS : Bruine de 16 h. à 17 h.45
Limite supérieure du vent NW 1400 m.

Pluie intermittente de 18 h.30 à 20 h.05
Limite supérieure du vent NW abaissée à 900 m.

SITUATION ATMOSPHÉRIQUE LE I6 AOUT 1934 L'APRES-MIDI

Orage et pluie à St.-Louis: 53 m/m.





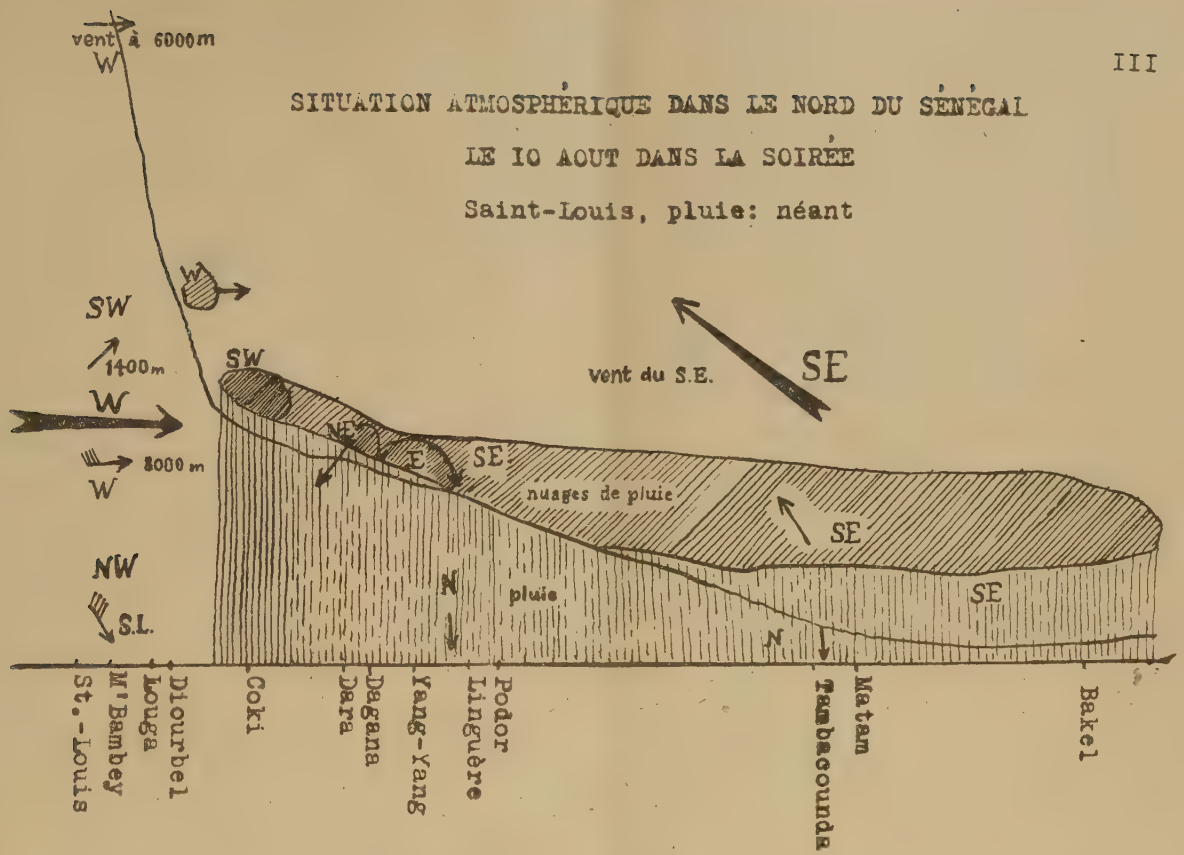
A SAINT-LOUIS : pluie, coup de vent à I8 h.

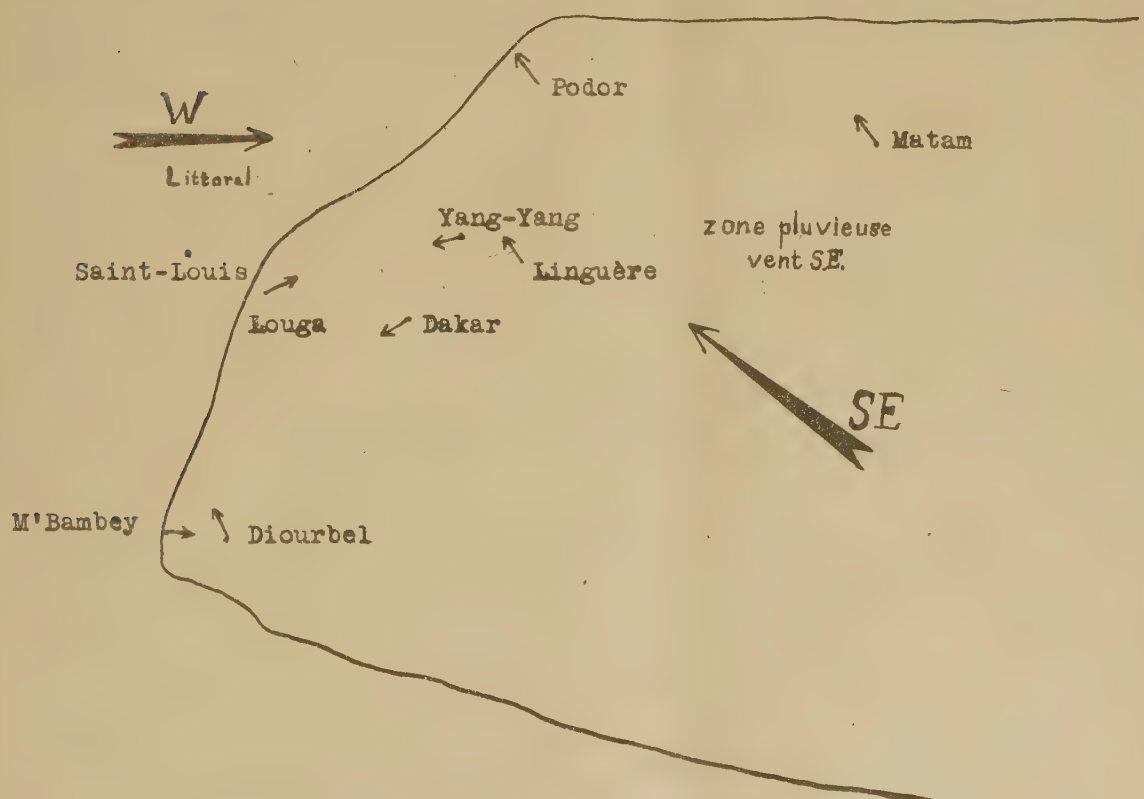
orage de I8 h. I5 à 20 h. 20 SSE
avec recrudescence à I9 h. 45

SITUATION ATMOSPHÉRIQUE DANS LE NORD DU SÉNÉGAL

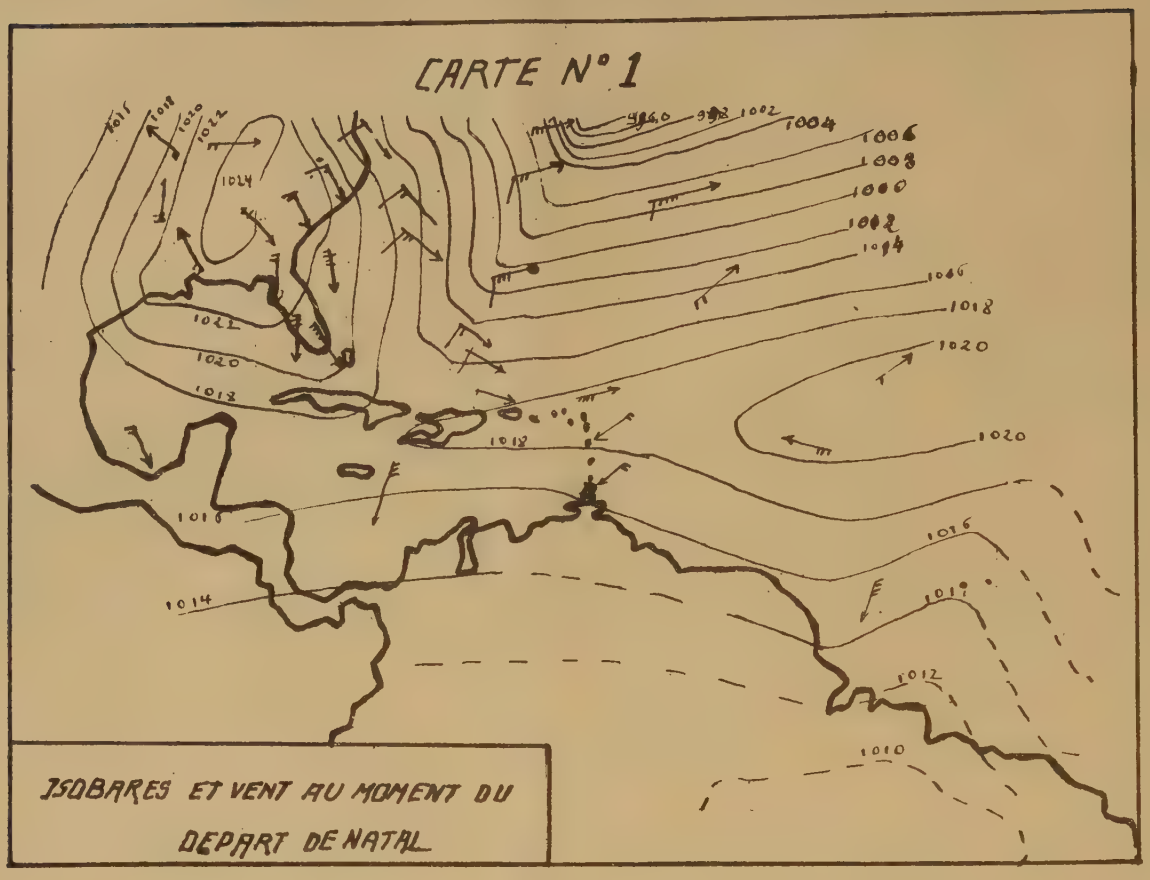
LE 10 AOUT DANS LA SOIRÉE

Saint-Louis, pluie: néant

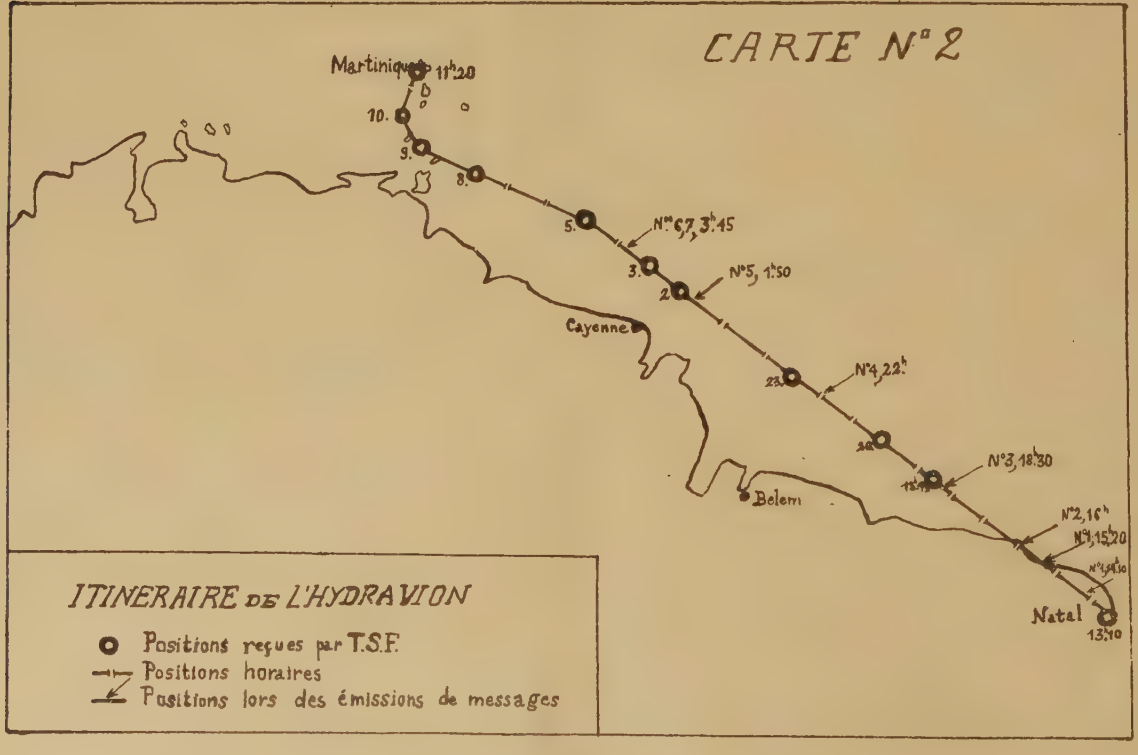


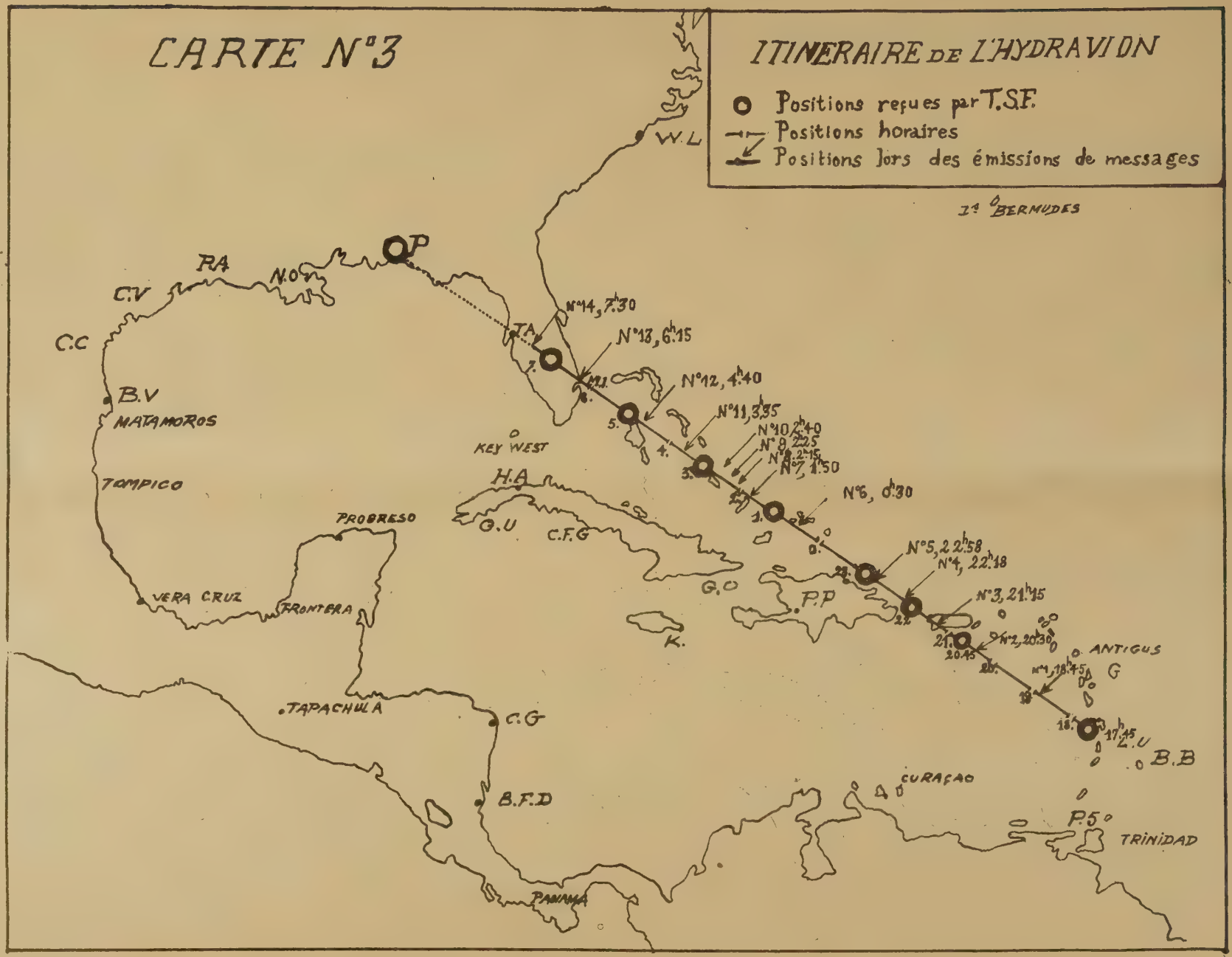


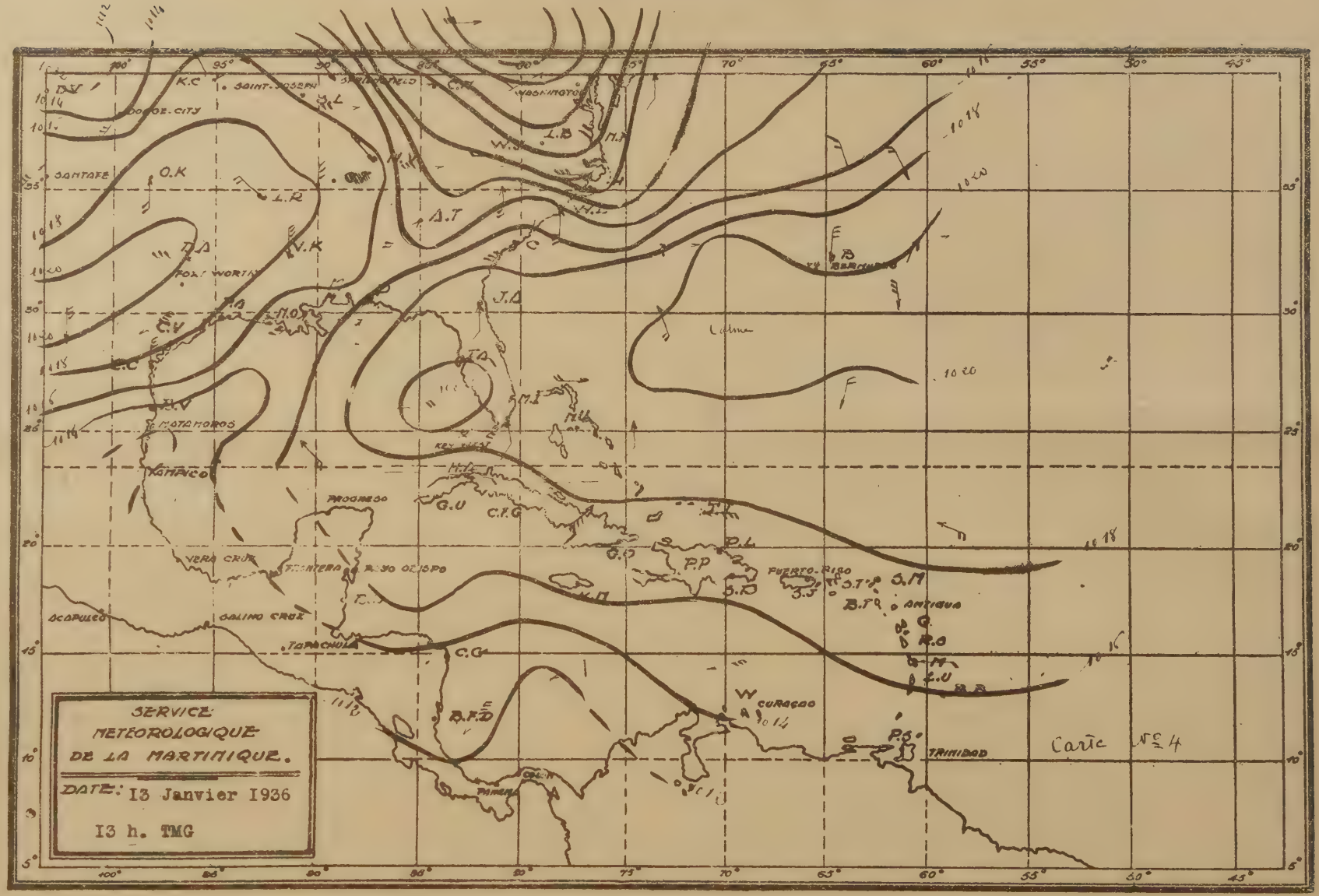
CARTE N° 1

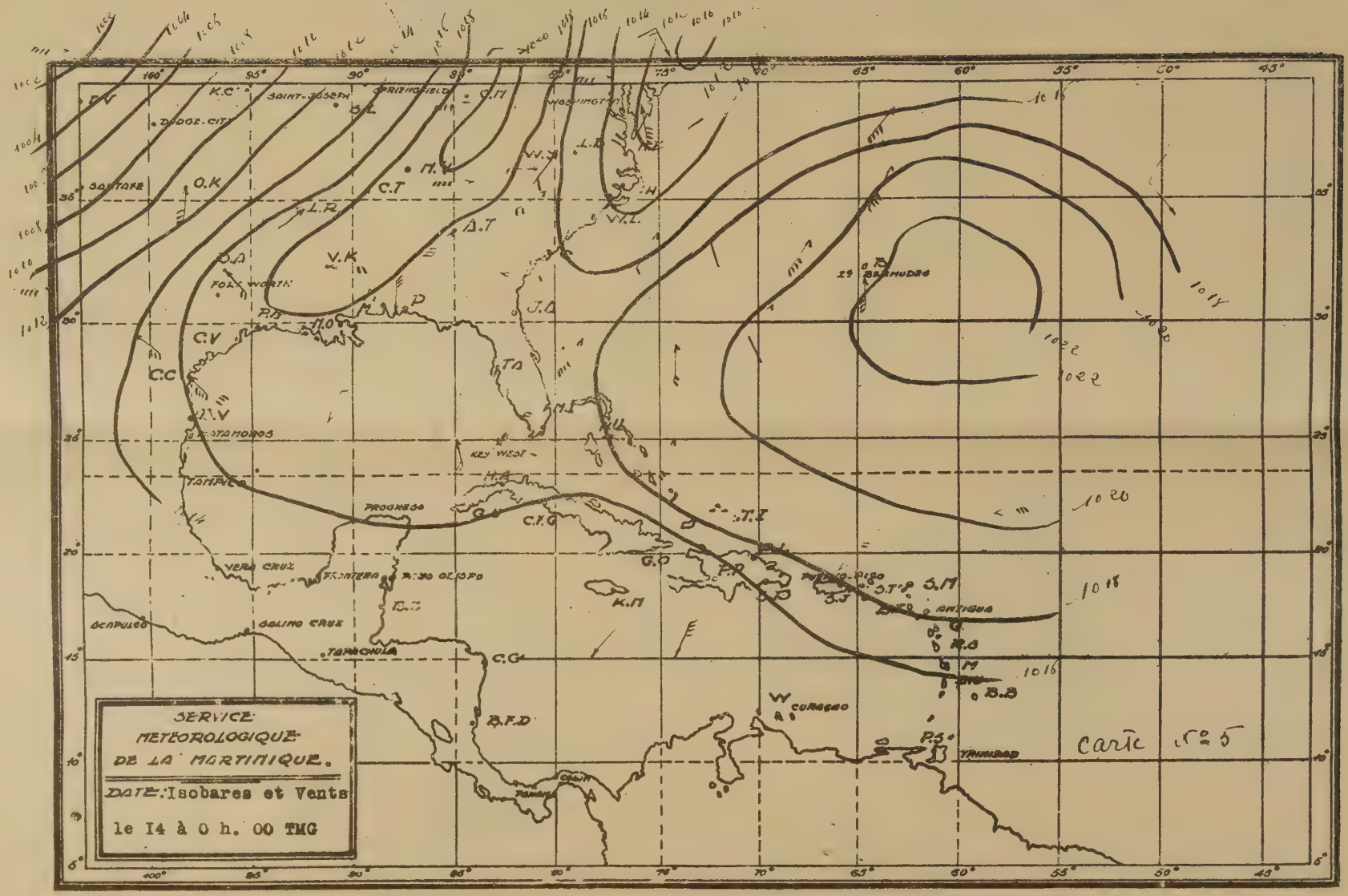


CARTE N° 2




CARTE N°3
ITINERAIRE DE L'HYDRAVION
Positions reçues par T.S.F.
Positions horaires
Positions lors des émissions de messages
W.L
1er BERMUDES
P
RA
N.O
C.V
C.C
B.V
MATAMOROS
TAMPICO
PROGRESO
VERA CRUZ
FRONTERA
TAPACHULA
C.G
B.F.D
PANAMA
KEY WEST
H.A
G.U
C.F.G
G.O
P.P
K.
ANTIGUA
G
L.U
B.B
CURAÇAO
P.S
TRINIDAD
N°14, 7h30
N°13, 6h15
N°12, 4h40
N°11, 3h35
N°10 2h40
N°9 2h25
N°8 2h15
N°7 1h50
N°6, 0h30
N°5, 22h58
N°4, 22h18
N°3, 21h15
N°2, 20h30
20h45
N°1, 18h45
17h45


SERVICE
METEOROLOGIQUE
DE LA MARTINIQUE.
DATE: I3 Janvier I936
I3 h. TMG
Carte N°4
SANTAFE
O.K
L.R
K.C
SAINT-JOSEPH
DODGE-CITY
FORT WORTH
MATAMOROS
TAMPICO
PROGRESO
VERA CRUZ
ACAPULCO
SALINA CRUZ
TAPACHULA
PANAMA
CURAÇAO
PUERTO-RICO
ANTIGUA
TRINIDAD
BERMUDES
WASHINGTON
KEY WEST


SERVICE
METEOROLOGIQUE
DE LA MARTINIQUE.
DATE: Isobares et Vents
le 14 à 0 h. 00 TMG
Carte n° 5
BERMUDES
KEY WEST
TAMPICO
MATAMOROS
VERA CRUZ
PROGRESO
ACAPULCO
SALINA CRUZ
TAPACHULA
CURACAO
TRINIDAD
ANTIGUA
PORTO-RICO
SAINT-JOSEPH
SPRINGFIELD
FORT WORTH
1022
1020
1018
1016

II6 CARTE GEOLOGIQUE DE LA REGION D'ANALALAVA AU I/200.000

(d'après M. BESAIRIE)

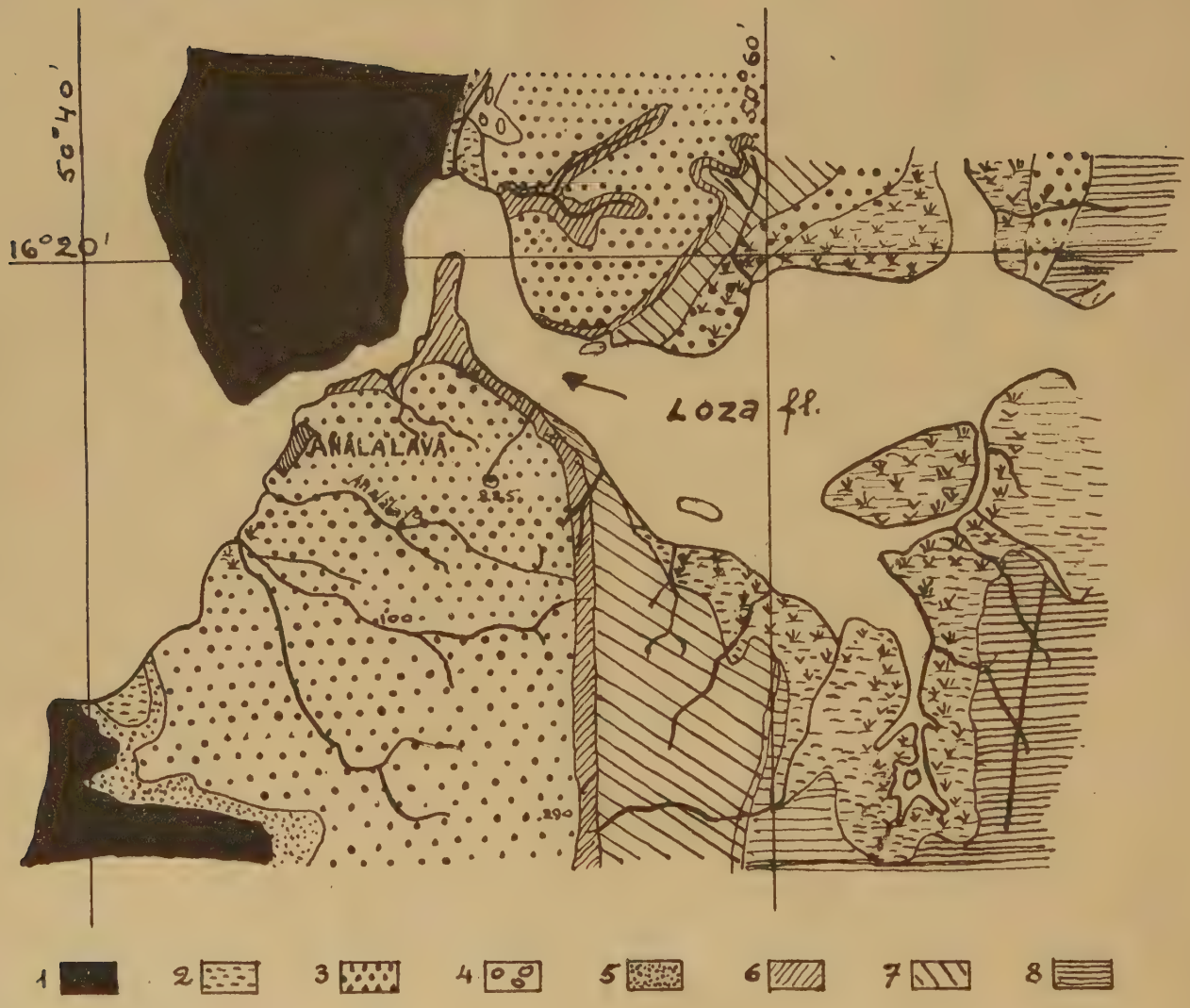


Fig.I

I- basalte, 2- alluvions récentes, 3- carapace argilo-sableuse, 4- albien, 5- cénomanien, 6-aptien, 7- néoconiacien sup. et valanginien, 8- jurassique

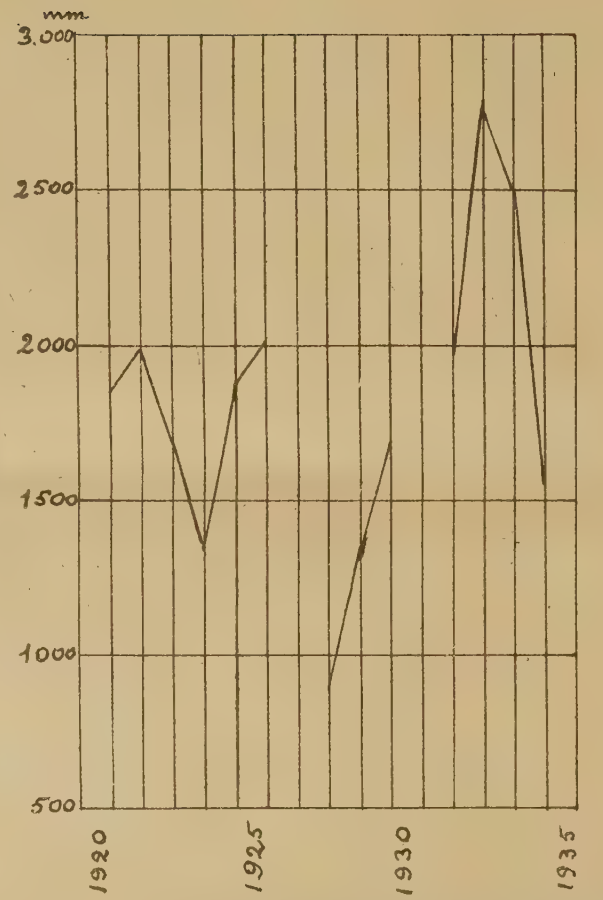


Fig. 2 .- Total annuel des pluies à Analalava

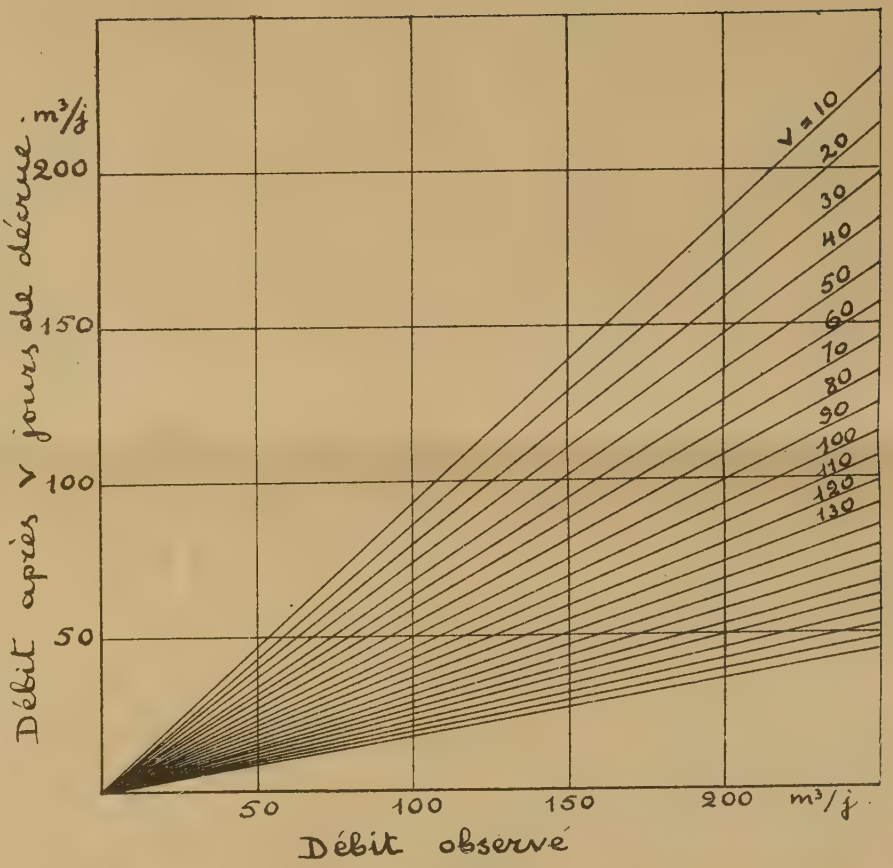
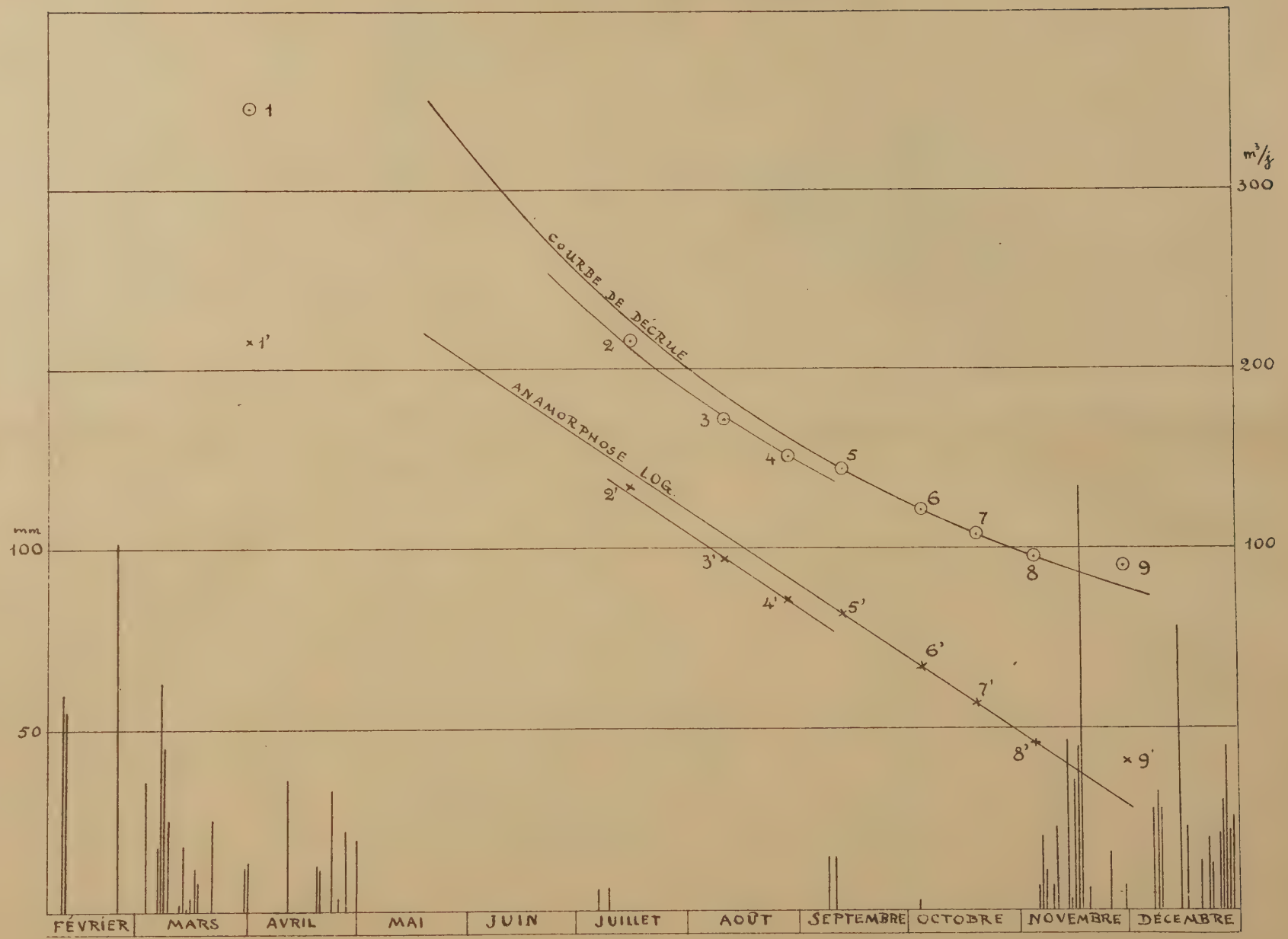


Fig. 4


m³/s
300
200
100
mm
100
50
COURBE DE DÉCRUE
ANAMORPHOSE LOG.
1
2
3
4
5
6
7
8
9
1'
2'
3'
4'
5'
6'
7'
8'
9'
FÉVRIER
MARS
AVRIL
MAI
JUIN
JUILLET
AOÛT
SEPTEMBRE
OCTOBRE
NOVEMBRE
DÉCEMBRE

Est de Paramaribo à Martinique, secteur Nord sur Cayenne. Visibilité bonne ou assez bonne. Mer belle. En altitude vents d'Est modérés jusqu'à 2.000 mètres au moins. »

A 01 h. 50 (le 22 décembre) le message suivant a a été transmis :

N° 5. Météo Antilles françaises

« *Antilles* 21 heures Georgetown partiellement couvert, visibilité excellente. Vent Nord-Est 8 kilomètres. Plafond à 1.000 mètres. Mer calme.

« *Port d'Espagne* 22 heures, beau, nébulosité 2/10, plafond à 750 mètres, vent Sud-Ouest (ce vent est local). Mer calme.

« *Martinique*, beau, vent Est très modéré au sol, modéré en altitude jusqu'à 3.000 mètres, visibilité bonne, plafond à 1.000 mètres 3/10.

« *Résumé* : beau temps sur les Antilles avec vent modéré d'Est-Nord-Est, situation stable.

« Observations Guyane seront transmises à la prochaine émission. »

Enfin, à 03 h. 45, au moment où l'avion s'approchait de la Guyane, je lui ai transmis le texte ci-dessous :

N° 6. Météo Antilles françaises à destination hydravion

« *Côte guyanaise* couvert à 800-1.000 mètres. Beau nuageux au large. Vent Nord modéré sol et altitude. Sondage Cayenne sera transmis à 00 h. 40.

« *Côte antillaise*, beau nuageux. Vent Est modéré en altitude. Calme au sol. Plafond 2/10 à 900 mètres. Sondage sera transmis à 00 h. 40, stop. A 00 h. 40 renseignements de Guyane britannique et Trinidad.

« *Résumé* : beau temps sur reste du parcours. »

De son côté, M. le lieutenant de vaisseau Hébrard a fait parvenir à l'avion cette dépêche :

N° 7. Météo Antilles françaises à destination hydravion

« Situation météorologique bonne. Trouverez devant vous nébulosité faible avec vents d'abord contraires virant progressivement vers l'Est. Estime prévisions Phiserar 1330 controuvées car je crois temps beau région Antilles,. Vous confirme votre mouillage à 400 mètres S.W. sémaphore Saint-Louis où serez attendu à partir 09 heures. Amicalement. HÉBRARD. »

A partir de ce moment et jusqu'à l'arrivée de l'hydravion à Fort-de-France (11 h. 15) j'ai simplement continué à lui transmettre l'état du temps aux Antilles.

D'après les renseignements qu'a bien voulu me donner le Commandant Bonnot, le temps a été beau jusqu'à Belem, moins beau jusqu'à Guyane avec vents debout de l'ordre de 30 kilomètres par heure, mer agitée et pluie. Des éclairs ont été observés dans le Nord (dus sans doute à la dépression à l'Est-Sud-Est des petites Antilles). Beau avec quelques rafales de l'E. N. E. dans la région des Antilles. Je considère que ce temps correspond aux renseignements qui ont été transmis.

IV. — La protection du voyage Fort-de-France-Floride

Peu de jours après son arrivée à la Martinique, le Commandant Bonnot a bien voulu me préciser la tâche qui m'attendait pour le voyage à Pensacola. A l'exclusion de tout autre organisme, j'étais chargé d'assurer la protection de l'avion jusqu'aux côtes de la Floride. A partir de ce moment, c'est le Weather Bureau Américain qui devait reprendre la protection.

Le type de mes bulletins devait changer : la situation météorologique transmise jusqu'à présent par l'O. N. M. devait maintenant figurer dans mes bulletins.

L'examen de la situation générale fait en présence de M. le lieutenant de Vaisseau Jozan, a permis de conclure que les types de temps intéressant le voyage étaient les suivants :

1° Golfe du Mexique dépressionnaire. Anticyclone des Bermudes étendu vers le Sud et vers l'Ouest. Mer des Antilles centrales dépressionnaire : situation la plus favorable ;

2° Région des Bermudes dépressionnaire, golfe du Mexique anticyclonique : situation défavorable.

Ces deux extrêmes peuvent être plus ou moins atténués : par l'absence de la dépression de la mer des Antilles centrales ou encore par l'existence d'une dépression sur le sud des Etats-Unis à la place de celle du golfe du Mexique dans le premier cas ; par une formation anticyclonique sur les côtes Sud-Est des Etats-Unis dans le second cas.

Pour estimer à leur juste valeur ces situations, il faut connaître la vie des centres d'action de cette région. Ainsi il paraît hors de doute qu'une dépression sur le golfe du Mexique n'est pas dangereuse (sauf réduction relative de visibilité) pour la partie Nord-Est du golfe. Il y a bien une ligne d'instabilité qui peut raser cette région mais c'est en général un front chaud.

Ci-dessous sont reproduits les bulletins remis au

Commandant Bonnot pendant son séjour à la Martinique. Ces bulletins étaient accompagnés de cartes et je les remettais en mains propres à M. le lieutenant de vaisseau Jozan, afin de pouvoir lui donner toutes les explications nécessaires.

Le bulletin du 11 n'existe pas, l'hydravion étant ce jour à la Guadeloupe.

Le bulletin du 13 a été remis directement au commandant Bonnot quelques minutes avant son départ.

7 Janvier 1936

Situation atmosphérique à 12 *h.* 00 *T. M. G.*

1° L'anticyclone centré à l'Ouest des Grands Lacs provoque une invasion d'air froid jusque dans la région Nord du Golfe du Mexique. Cette invasion est en relation avec une déviation du courant d'Est de la région tropicale. En effet, des courants du Sud à Sud-Est sont observés dans le golfe du Mexique, à l'ouest de la Floride et l'alizé au nord des grandes Antilles est dévié vers l'Est ;

2° Une autre invasion d'air froid moins importante a lieu le long de la côte Est de la Floride, elle est accompagnée des vents du secteur Sud-Est au Nord des Bahama ;

3° L'anticyclone des Bermudes est très étendu vers le Sud et atteint la région Nord des petites Antilles. Ces îles sont dans l'alizé renforcé par les vestiges d'une dépression qui était centrée dans le Sud-Ouest de la Jamaïque.

Evolution probable pour le 8 *janvier*

Un centre dépressionnaire est en formation au Nord du golfe de Mexique.

L'anticyclone des Bermudes se reformera à l'Est des Bermudes. Un centre de hautes pressions relatives occupera la région centrale de la mer des Antilles.

En conséquence :

Dans la région des petites Antilles : beau, peu nuageux, vent secteur Est modéré à faible, mer peu agitée, visibilité bonne.

Au Nord des grandes Antilles et Bahama : vent du secteur Est à Est-Sud-Est, modéré à assez fort. Mer belle ; pluie dans la région de Nassau et au Nord avec plafond à 800 mètres.

Sur la Floride : vent du secteur Sud à Sud-Ouest modéré. Beau ou beau nuageux sauf grains dans le Nord.

Dans la région de la Nouvelle-Orléans- Pensacola : vents du secteur Nord-Est, forts avec rafales. Ciel couvert avec éclaircies, averses.

Situation atmosphérique à 12 h. 00 *T. M. G.*

L'anticyclone des Grands Lacs s'est déplacé vers l'Est et s'est centré au Sud de Terre-Neuve.

Une dépression peu importante occupe le Nord du golfe du Mexique.

L'anticyclone des Bermudes, très atténué, se centre par 25°N 58°W.

La mer des Antilles centrales bénéficie de hautes pressions relatives.

La région Bermudes-Açores est occupée par une vaste dépression.

8 Janvier 1936

Etat du temps le 8 à 12 h. 00 *T. M. G.*

Sur les petites Antilles : beau peu nuageux avec rares averses. Vents secteurs Est, modérés. Plafond 5/10 à 1.000 mètres.

Sur les grandes Antilles : à l'Est de Port-au-Prince vent secteur Nord-Est fort. Ciel beau nuageux. Plafond 5/10 à 1.000 mètres. A l'Ouest de Port-au-Prince vent secteur Est à Sud-Est modéré. Ciel clair.

Région de Floride : vent secteur Est faible. Ciel couvert par nuages à 500 mètres. Pluies isolées.

Région Nouvelle-Orléans–Pensacola : ciel couvert par nuages bas. Vent secteur Sud faible à modéré.

Vent en altitude le 8 *janvier à* 12h.00 *T. M. G.* (vitesse en k-h)

	250 m.	500 m.	1.000 m.	1.500 m.	2.000 m.	3.500 m.
Martinique	ENE 31	ENE 44	NE 53	ENE 70		
Jacksonville	N 7	couvert par nuages bas.				
Atlanta	pluie.					
Knoxville	pluie.					
Pensacola	couvert par nuages bas.					
Nouvelle-Orléans.	SSW 16	couvert par nuages bas.				
Washington	NNE 6	ENE 26	NNE 12	W∞	WSW 3	W 25

La région des Bermudes supportera des hautes pressions. La dépression du Sud des Etats-Unis se déplacera vers la Floride sans se creuser sensiblement.

Un anticyclone sera en formation sur les côtes Est du Mexique.

La région des Grands Lacs deviendra dépressionnaire.

Les hautes pressions au Sud des grandes Antilles s'atténueront.

En conséquence :

Vent du secteur Sud à Sud-Ouest sur l'Est du golfe du Mexique et la Floride.

Ciel couvert avec pluies et vent du secteur NE modéré sur la région Nouvelle-Orléans–Pensacola.

Ciel clair ou peu nuageux avec vent SE modéré sur les Bahama.

Ciel nuageux et vent du NE assez fort sur les grandes et petites Antilles.

En résumé :

Beau temps jusqu'en Floride avec vents du secteur NE assez forts. Temps couvert après la Floride avec vents du SE tournant vers le Sud et NE modérés.

9 Janvier 1936

Situation atmosphérique à 12 h. 00 T. M. G.

Une dépression occupe la région des Grands Lacs.

Un anticyclone s'est formé dans la partie Ouest du golfe du Mexique.

L'anticyclone des Bermudes est atténué et occupe la région des Bermudes.

Etat du temps le 9 à 12 h. 00 T. M. G.

Partie orientale du golfe du Mexique et partie Sud des Etats-Unis : beau ou beau nuageux. Vent secteur W.S.W. et N. dans la partie Nord de cette région.

Nord des grandes Antilles : vent secteur ENE modéré ; beau nuageux, plafond à 2.200 mètres 3 à 6/10.

Mer des Antilles orientale : beau nuageux, vent secteur Est modéré.

En altitude :

Sondage de Fort-de-France : 14 h. 00 T. M. G. :

200 m. ENE 30 k/h ; 500 m. NE 41 k/h ; 750 m. NE 41 k/h ; 1000 m. ENE 36 k/h ; 1250 m. ENE 42 k/h ; 1500 m. EBE 48 k/h ; 1750 m. ENE 36 k/h ; 2000 m. ENE 31 k/h ; 2500 m. ENE 20 k/h.

Evolution probable pour le 10 janvier

La partie Sud des Etats-Unis et le Nord du golfe du Mexique supporteront des hautes pressions.

Une dépression occupera l'Atlantique entre les Etats-Unis et les Bermudes.

L'anticyclone des Bermudes sera au SE des Bermudes.

Une dépression faible occupera le Sud du golfe du Mexique et l'Ouest de la mer des Antilles.

En conséquence :

Vent secteur Nord-Est modéré avec ciel peu nuageux sur la partie orientale de la mer des Antilles.

Vent secteur Est modéré, ciel peu nuageux au Nord des Grandes Antilles. Vent secteur Ouest à NW sur Floride et le golfe du Mexique avec temps instable sur la Floride et assez beau sur Nouvelle-Orléans-Pensacola.

10 Janvier 1936

Situation atmosphérique à 00 h. 00 T. M. G.

Une dépression occupe la côte occidentale des Etats-Unis.

Un anticyclone couvre le golfe du Mexique et le Sud des Etats-Unis.

Une dépression faible se trouve dans le Sud du golfe du Mexique et une autre dans la partie occidentale de la mer des Antilles.

L'anticyclone des Bermudes est centré au Sud-Est des Bermudes.

En altitude :

Sondage Fort-de-France à 11 h. 00 T. M. G. :

250 m. ENE 19 k/h ; 500 m. ENE 32 k/h ; 750 m. ENE 36 k/h ; 1000 m. ENE 43 k/h ; 1250 m. ENE 35 k/h ; 1500 m. ENE 36 k/h ; 1750 m. ENE 40 k/h ; 2000 m. ENE 40 k/h ; 2500 m. ENE 42 k/h ; 3000 m. ENE 38 k/h ; 3500 m. ENE 26 k/h ; 3750 m. ENE 24 k/h.

Etat du temps :

Golfe du Mexique Nord et Etats-Unis du Sud : vent secteur W à NW modéré à faible, ciel couvert avec éclaircies.

Floride : vent variable, faible avec rafales.

Au Nord des grandes Antilles : beau peu nuageux, vent secteur E., faible.

Partie orientale de la mer des Antilles : vent secteur NE à NNE faible, ciel peu nuageux.

Evolution probable :

Renforcement de l'anticyclone des Bermudes dans sa partie Sud.

La dépression à l'Est des Etats-Unis se creusera.

L'anticyclone du golfe du Mexique atteindra la Floride, mais s'atténuera.

En conséquence :

Renforcement du vent sur la partie orientale de la mer des Antilles, état stationnaire ailleurs.

12 Janvier 1930

Situation atmosphérique à 12 *h.* 00 *T. M. G.*

Dépression cyclonique au Nord des Bermudes.

Anticyclone sur la Floride et le SE des Etats-Unis.

Dépression cyclonique sur la partie centrale des Etats-Unis.

Etat dépressionnaire sur le Mexique.

Etat dépressionnaire sur le Sud de la mer des Antilles centrales.

Anticyclone des Bermudes entre les Bermudes et les Antilles.

Etat du temps à 12 *h.* 00 *T. M. G.*

Martinique : beau peu nuageux, plafond 3/10 à 1.200 m. Vent E. assez fort.

Guadeloupe : beau nuageux, plafond 5/10. Vent E faible.

San-Juan : beau nuageux vent Est faible.

Guantanamo : beau nuageux visib. 30 k. Vent NNE modéré.

Key West : beau plafond à 4.000 m. visib. 15 k. Vent NNE modéré.

Pensacola : beau vent NW modéré, visibilité bonne. Bonnes conditions pour vol.

Miami : beau vent NW modéré, plafond 3/10 à 4.000 mètres.

Vent en altitude le 12 *janvier à* 12 h. 00 *T. M. G.* (vitesse en k/h)

STATIONS	300 M.	600 M.	1.200 M.	1.800 M.	2.400 M.	3.000 M.	3.600 M.
Pensacola....	NE 6	NNW 5	SW 5	WSW 16	WSW 30	WSW 30	SW 35
N.-Orléans...		SE 53	S 48	WSW 46	WSW 51		
Jacksonville..	NW 2	NNW 42	WNW 19	WNW 26	WNW 42	W 45	W 47
Atlanta.....	W 12	NW 46	NW 35	NW 42	WNW 32	WNW 45	WNW 55

Evolution probable pour le 13 *janvier* 1936

Le Nord du golfe du Mexique et la Floride deviendront dépressionnaires avec des vents des secteurs SE et S assez forts, devenant calmes vers la fin de la journée avec tendance vers le NE faible. Sur les Bahama, le Nord de Cuba et sur Haïti, action de l'anticyclone qui sera au Nord de cette région ; vents Est ou SE assez forts.

Sur les petites Antilles, action de l'anticyclone des Bermudes, lequel a tendance à s'élargir. Vents des secteurs E à NE assez forts à forts.

Au Nord des Antilles se trouvera une zone de vents du secteur Sud.

Etat probable du ciel :

Beau ou beau nuageux de la Martinique jusqu'à la région de la Floride. Temps instable avec averses orageuses à l'Ouest de cette région. La visibilité bonne (20-25 kilomètres) sur tout le parcours sauf réduite par les averses. Le plafond de 900 à 1.500 m. maximum 6/10 jusqu'à la Floride.

13 Janvier 1936

Situation atmosphérique à 12 *h.* 00 *T. M. G.*

L'anticyclone des Bermudes est au Sud des Bermudes.

Une forte dépression est centrée sur les Grands Lacs.

Le Sud des Etats-Unis vers la frontière du Mexique supporte un anticyclone. Le SW du golfe du Mexique est dépressionnaire.

Une dépression cyclonique apparaît sur le centre des Etats-Unis.

Le Sud de la mer des Antilles centrale est dépressionnaire.

Etat du temps :

Martinique : beau peu nuageux, plafond 5/10 à 1.000 mètres.

San-Juan : beau nuageux, plafond 5/10 à 1.000 mètres environ.

La Havane : beau, vent Est modéré.

Turk Island : beau, vent Est modéré.

Miami : beau, vent Sud faible.

Tampa : couvert, vent Est faible.

Pensacola : couvert, vent Sud-Ouest modéré.

Vent en altitude le 13 *janvier à* 12h.00 *T. M. G.* (vitesse en k/h)

STATIONS	300 M.	600 M.	1.200 M.	1.600 M.	2.400 M.	3.000 M.
Martinique.....	ENE 30	E 40	E 33	ESE 50		
San-Juan.....	ESE 8	ESE 15	ESE 15			
N-Orléans.....	SSW 18	Brouillard au moment du sondage.				
Dallas.....	NW 14	NNE 50	N 34	NNW 36	N 27	N 50

Evolution probable
pour la journée du 13 *et la nuit du* 14

L'anticyclone des Bermudes se renforcera au NE des Bahama.

La dépression de la côte Est du Mexique se dirigera vers le centre du golfe du Mexique en se creusant.

Le Sud des Etats-Unis (région de Pensacola sera anticyclonique).

En conséquence :

Région des petites Antilles : le vent tournera vers le Nord dans la soirée. La visibilité restera bonne. La mer peu agitée ou belle. Le plafond s'élèvera.

Région des grandes Antilles : vent d'Est modéré à faible, devenant calme sur les Bahama. Visibilité bonne. Plafond de 0 à 6/10 à 1.000 mètres.

Région de la Floride : le vent du secteur S deviendra SE, faible dans la nuit. Visibilité médiocre, plafond de 5 à 10/10, de 600 à 1.200 mètres. Pluies isolées.

Région de Pensacola : le vent tournera vers le Nord puis vers le NW avec possibilité de rafales assez fortes, temps à averses.

En résumé : beau temps peu nuageux jusqu'à la Floride avec vents du secteur Est. Temps couvert avec pluies et plafond peu élevé avec vents du secteur Sud sur la Floride.

Vent du Secteur Nord ou NW assez fort sur la région de Pensacola.

Au moment du départ il y avait donc du vent favorable avec beau temps jusqu'en Floride. La carte 3 donne les positions successives de l'avion : on constate que le vent lui a été réellement favorable et le voyage s'est accompli avec une grande rapidité.

La situation atmosphérique peut être jugée sur la carte de la page 114, qui représente le champ des isobares à 13 h. 00 T.M.G. le 13 janvier. On constate que la situation se rapproche assez de celle jugée favorable. Seulement l'anticyclone des Bermudes s'est trop étendu vers l'Ouest. Une discontinuité frontale importante menace la région Nord du golfe du Mexique et pour une fois la région tout à fait au Nord peut être affectée par le passage d'un front froid. La prévision du 13 est basée essentiellement sur l'existence des hautes pressions sur la région de Dallas qui font prévoir du mauvais temps (tout à fait relatif d'ailleurs) pour les 24 heures qui viennent sur la région de la Nouvelle-Orléans-Pensacola.

Par contre, la situation est et restera idéale pour la première partie du parcours.

Voici les messages principaux envoyés à l'avion en cours de route (l'horaire a été scrupuleusement respecté, mais il n'est pas utile de faire figurer ici les messages : « Météo inchangé »).

Le départ de Fort-de-France a eu lieu à 17 h. 45 T. M. G. :

N° 1. 18 h. 45 T. M. G. *Dernières observations*

Pensacola, beau nuageux, plafond 700 mètres, visibilité mauvaise, vent Ouest 12. Conditions vol moyennes.

Key-West : beau, visibilité belle, vent NE 8.

Guantanamo : beau nuageux, vent Nord, nuages bas isolés, plafond 2.500 m. Visibilité bonne.

N° 2. 20 h. 30. *Observations* 15 *h.* 00 T. M. G.

Key-West : plafond illimité beau nuageux, quelques nuages à 1.200 m. Visibilité bonne, vent Nord.

Pensacola : couvert légère pluie, plafond 350 m., visibilité médiocre, vent W. faible. Conditions de vol moyennes. Averses en vue.

Guantanamo : visibilité bonne, plafond élevé nuages bas, discontinus.

QAO (1) *San-Juan* : 17 h. 00 T. M. G.

Sol ENE 26 k/h ; 300 m. ENE 33 k/h ; 600 m. E 30 k/h ; 1.000 m. E 38 k/h ; 1600 m. 38, k/h ; 2000 m. ESE 33 k/h ; 2300 m. E 30 k/h ; 2600 m. E 33 k/h. Visibilité bonne, ciel peu nuageux, stop.

QAO *Fort-de-France* : 20 h. 00 T. M. G.

300 m. ENE 28 k/h ; 600 m. ENE 36 k/h ; 1000 m. ENE 39 k/h ; 1300 m. E 39 k/h ; 1600 m. E 37 k/h ; 2000 m. ESE 30 k/h.

(1) Q A O : vent en altitude.

N° 3. 21 h. 15.

Pensacola : 18 h. 00 T. M. G., beau nuageux, Plafond 1300 m., visibilité assez bonne. Vent NNW faible. Conditions de vol moyennes.

N° 4. 22 h. 18. QAN (1) 19 h. 00 T. M. G.

Key-West : beau nuageux, plafond 1.800 m., visibilité bonne. Nord faible, grains dans NE.

Guantanamo : beau nuageux, cumulus dispersés, visibilité bonne. Vent ESE modéré.

N° 5. 22 h. 58. *Prévision de* 12 h. 00 T. M. G. inchangée.

Anticyclone Sud Etats-Unis se déplace vers l'E. Vous transmettrai nouvelle carte à 03 h. 00 T.M.G.

N° 6. 03 h. 30 le 14. *Dernier* QAO *San-Juan.*

QAO E 23 k/h ; 300 m. E 29 k/h ; 600 m. ESE 26 k/h ; 1000 m. ESE 26 k/h ; 1300 m. ESE 23 k/h ; 1600 m. ESE 26 k/h ; 200 m, ESE 31 k/h ; 2300 m. E 23 k/h.

N° 7. 01 h. 50. QAO 01 h. 00 T. M. G.

Jacksonville : 300 m. SSW 10 k/h ; 600 m. WSW 22 k/h ; 1200 m. WNW 28 k/h ; 2000 m. WNW 37 k/h ; 2600 m. WNW 37 k/h ; 3200 m. W 38 k/h.

Nouvelle-Orléans : 300 NNE 20 k/h, 600 NNE 22 k/h, 1100 ENE 10 k/h.

N° 8. 02 h. 15. QAM (2) *Key-West* 01 h. 00 T.M.G.

QAN 1 NE 13 beau.

N° 9. 02 h. 25. QAM *Havane* 01 h. 00 T. M. G. QAN NE 7 beau.

N° 10. 02 h. 40. QAM *Pensacola* 01 h. 00 T. M. G. QAN N 16 peu nuageux.

N° 11. 03 h. 35. QAM *Miami* 01 h. 00 T. M. G. QAN Sud faible couvert.

N° 12. 04 h. 40. *Etat atmosphérique* 01 h. 00 T.M.G.

Carte Service météo. Anticyclone Bermudes centre 1022 Bermudes 1018 37° N 60 W 27 77, 23 75, 17 60 stop. Dépression centre 1008 42 N 73 W, 1016 40 78 33 80, 38 65. Anticyclone centre 1020 38 N 83 W, 1018 40 85, 32 93, 31 90, 40 80. Cyclone important centre probable 1000 45 110 1012 30 105, 40 88. Cette dépression domine et provoquera vent du secteur Sud sur région Pensacola où actuellement vents faibles, direction variable car golfe Mexique entièrement 1016 millibars.

(1) Q A N : temps.

(2) Q A M : vent au sol.

N° 13. 06 h. 15. *Note pour l'hydravion.*

Stations américaines ont cessé transmissions depuis 01 h. 00, stop. Le temps paraît beau sur Floride et golfe du Mexique. Beau nuageux vent secteur SE faible à nul. Les vents contraires annoncés hier matin existent sur la côte mais sont très faibles. Je cherche à vous procurer d'autres renseignements.

N° 14. 07 h. 30. QAM 02 h. 00 T. M. G.

Pensacola : couvert avec éclaircies, plafond 900 mètres, visibilité assez bonne, QAN Nord 16 k/h.

Key-West : pas de nuages bas, QAN Nord 6 k/h visibilité 18 k/h.

Jacksonville : vous demande écouter son météo sur 74 mètres.

La carte de la page 115 donne la situation isobarique le 14 janvier à 00 h. 00 T.M.G. Les derniers messages envoyés parvinrent après l'arrivée de l'avion en Floride. J'ai rapporté plus haut que la liaison radiotélégraphique entre les stations américaines et l'avion a tardé à s'établir. J'ai dû, en conséquence, sur demandes pressantes et répétées de l'hydravion, intervenir directement auprès des stations des Etats-Unis pour transmettre des renseignements à l'avion au delà du but qui m'a été fixé par le Commandant Bonnot.

L'Observatoire a d'ailleurs continué la veille, le 14 janvier, jusqu'à 15 h. 00 T. M. G., moment où j'ai reçu l'avis d'amérissage, à Pensacola, et où le bulletin météorologique émis par Washington a confirmé l'exactitude des prévisions qui ont été faites par l'observatoire de Fort-de-France.

Conclusion

En terminant ce compte-rendu, je crois devoir formuler quelques suggestions inspirées par l'expérience de ce voyage et de ceux à la protection desquels j'ai collaboré antérieurement :

1° En ce qui concerne la préparation d'un voyage il est à souhaiter que l'itinéraire soit connu à l'avance. C'est le 18 décembre seulement que j'ai appris que le raid devait se poursuivre jusqu'à Pensacola. Heureusement le départ de Fort-de-France a été retardé jusqu'au 13 janvier et on a pu organiser les transmissions et étudier la situation météorologique ;

2° Pour l'exécution de la protection je crois que l'intervention de plusieurs organismes pour une même étape est à craindre. Au cours des deux étapes, des malentendus se sont produits. L'exécution du

voyage aurait été sans doute plus simple si le service de la Martinique avait été seul à diriger la protection.

3° Enfin, le météorologiste responsable de la protection devrait disposer directement de tous les moyens qu'il utilise, notamment de la T. S. F. Il devrait aussi être investi de l'autorité nécessaire pour donner des instructions aux stations du réseau à qui incombe la protection.

S. Frolow,
Ingénieur-météorologiste des Colonies
Fort-de-France (Martinique).

La décrue des sources du ruisseau d'Ampasinkely à Madagascar

Les sources du ruisseau d'Ampasinkely sont situées à 1.500 mètres de la ville d'Analalava. Leur prospection a été faite en vue de l'alimentation de cette ville. M. Gendrau, Ingénieur des Ponts et Chaussées, dans son « Etude sur l'hydrologie de Madagascar », du 29 octobre 1934, donne les neuf valeurs suivantes du débit :

N°	Année	Date	Débit (m^3/j)
1	1931	1 avril	345
2	—	16 juillet	216
3	—	11 août	172
4	—	29 août	151
5	—	14 septembre	144
6	—	5 octobre	121
7	—	20 octobre	108
8	—	5 novembre	95
9	—	30 novembre	90

Ces données se rapportent à l'ensemble des deux émergences qui forment le ruisseau et que M. Gendreau décrit en ces termes :

« Elles apparaissent très nettement à la base d'une dépression de 13 m. 50 de profondeur. Les parois de cette dépression sont constituées par une couche supérieure de plusieurs mètres de latérite, ne présentant aucune trace d'humidité, recouvrant la couche aquifère, d'environ 1 mètre d'épaisseur, fermée par du sable fin mélangé d'argile blanche. Le substratum est constitué par un banc d'argile bleue imperméable. »

La carte géologique de reconnaissance au 1/200.000 (feuille d'Analalava, levers de M. H. Besairie en 1931) précise que la carapace argilo-sableuse repose sur les grès de l'étage albien.

La ville d'Analalava et les sources étudiées se trouvent (fig. 1 p. 116) dans une sorte de presqu'île, dirigée du sud au Nord, ayant une largeur maximum de 8 kilomètres et formée par le coude du fleuve Loza à son embouchure dans la baie de Narinda. Le fleuve côtier Analalava la limite au Sud. La surface de cette presqu'île est à deux versants. Le plus développé se dirige vers la baie avec une pente moyenne d'environ 45 m/km. L'autre versant est beaucoup plus abrupt. D'ailleurs, les cours d'eau ont franchi, de part et d'autre, la ligne de faîte, en s'enfonçant à travers la carapace argilo-sableuse, en sorte qu'on a l'impression très nette que le périmètre d'alimentation des sources d'Ampasinkely est de faible développement et que les eaux de ces sources ont une origine purement locale.

Les faits géologiques et topographiques invoqués semblent justifier un rapprochement direct du débit des sources d'Ampasinkely et des pluies de la région. Celles-ci sont données par la station de premier ordre d'Analalava. Le graphique 2 p. 117 reproduit la variation de leur total annuel, l'année étant comptée du 1er juillet au 30 juin suivant. Le total annuel se range entre 857,9 et 2706, 0 mm., la chute annuelle moyenne semblant être de l'ordre de 1800 millimètres.

L'année 1931, pendant laquelle le débit des sources a été observé, présente des lacunes dans le relevé des pluies en janvier et en février. Cependant, les chutes des autres mois permettent de la classer parmi les années moyennes pluvieuses, succédant aux années de faibles pluies.

La répartition mensuelle présente un maximum en décembre-février et une saison sèche en été. Ceci fait prévoir l'existence d'une décrue des sources en régime non influencé (1).

La figure p. 118 représente les pluies journalières recueillies en 1931 et les débits des sources reportées

(1) E. Maillet. Essai d'hydraulique souterraine et fluviale. Paris. Hermann, 1905.

aux dates des jaugeages du tableau de M. Gendreau. De plus, on y a fait figurer les logarithmes de ces mêmes débits.

On voit immédiatement que les débits n° 1 et 9 correspondent à un état de réserves souterraines influencé par les chutes. Par contre, l'anamorphose logarithmique des débits de la saison sèche présente un alignement parfait des points 5' à 8', tandis que les points 3' et 4' se placent sensiblement sur une parallèle à la direction ainsi définie. Les sources d'Ampasinkely réalisent donc une courbe de décrue au sens de M. Maillet. Il est à noter cependant que le point 2' reste légèrement supérieur à la droite 3'4'.

L'existence des pluies du 8 et du 10 septembre explique celle des deux alignements parallèles. Les réserves souterraines des sources d'Ampasinkely ont été réalimentées par ces pluies.

La courbe de décrue résultant des observations disponibles a pour équation :

$$Q = 350\ e^{-0{,}00776\ t}$$

où t est le nombre de jours à partir de la réalisation d'un débit de 350 m³/j. en régime non influencé et e, la base des logarithmes naturels.

La valeur réelle de cette équation est, évidemment, subordonnée à la précision des jaugeages qui ont servi à son établissement. Sous cette réserve et pour faciliter les vérifications et applications éventuelles, la table suivante donne les valeurs des ordonnées de la courbe de décrue de 10 en 10 jours :

Jours	Débit (m³/j)	Jours	Débit (m³/j)
0	350	110	110
10	324	120	138
20	300	130	128
30	277	140	118
40	257	150	109
50	237	160	101
60	220	170	94
70	203	180	87
80	188	190	80
90	174	200	74
100	161	210	69

Cette table va jusqu'au 210e jour de la décrue non en prévision d'une sécheresse continue s'étendant sur 7 mois, mais parce qu'il semble raisonnable de prévoir, qu'à la suite d'une saison médiocrement pluvieuse, la décrue peut débuter avec un débit faible et se poursuivre selon la partie basse de la courbe.

En construisant à partir de la courbe de décrue les « graphiques d'annonces » de M. Ed. Maillet (fig. 4 p. 117) on voit qu'ils se confondent avec un faisceau de droites, passant par l'origne des ordonnées. Les sources d'Ampasinkely ne sauraient donc tarir complétement, mais leur débit peut descendre très bas. La figure 4 est reproduite ici parce qu'elle donne une base pour la prévision du moment où le débit menacerait de devenir insuffisant pour répondre à la demande de la ville et de faciliter ainsi la recherche des moyens propres à assurer l'alimentation d'Analalava.

L'importance des capacités souterraines mises en jeu pendant la décrue est, évidemment, variable suivant l'année. La loi de la décrue étant exponentielle, les capacités libérées sont données par le quotient de la division de la différence des débits au début et à la fin de la décrue par le « coefficient de tarissement », égal pour Ampasinkely à 0,00776. Si l'on admet pour le débit maximum au début de la décrue la valeur de 350 m³/j, on voit que la réserve totale peut s'évaluer à 350 : 0,00776 = 45.000 m³.

A la fin de la saison sèche de 1931 cette réserve s'est trouvée réduite à 95 : 0,00776 = 12250 m³. Elle peut devenir encore moindre pendant les années sèches et en tous cas son volume est assez faible pour imposer une protection hydraulique très sérieuse (interdiction des puits, surveillance active de l'érosion, décapage facilitant l'infiltration, etc.) et la prohibition d'un soutirage par galerie filtrante.

On peut chercher à se faire une idée, encore que toute hypothétique, de la constitution des capacités souterraines intéressant la décrue. Ici il faut faire intervenir la coupe lithologique décrite par M. Gendrau. Comme on l'a vu, la couche aquifère est constituée par du sable fin, mélangé d'argile blanche. Son épaisseur est d'un mètre environ. Dans ces conditions il suffit d'un développement en surface de quelques hectares seulement, pour loger, en une nappe d'imprégnation, les 45.000 m³ d'eau de la décrue. Les valeurs du débit observées confirment donc les raisons topographiques et géologiques pour supposer une origine locale aux eaux de la source étudiée. Le débit n° 2 fait d'ailleurs entrevoir que le périmètre d'alimentation est encore plus exigu. Le logarithme de ce débit se situe, en effet, plus haut que la droite passant par les points 3' et 4'. Cela veut dire que pour les débits forts la décrue est, probablement, plus rapide que ne l'indique l'équation établie. On peut l'expliquer par le schéma suivant qui devrait être soumis à la vérification par l'observation. Il est possible que la limite d'emmagasinement de l'eau par le sable soit effectivement atteinte à un certain moment. Jusqu'alors les eaux d'infiltration auraient des déplacements surtout verticaux dans les fissures

de la latérite, mais, la saturation du sable une fois atteinte, un écoulement latéral s'établirait dans le bas de la couche des latérites et influencerait favorablement le débit des sources.

D'après les mesures de 1931, le débit maximum du sable serait de l'ordre de 120 m³/j, ce qui correspondrait à une réserve de 15.500 m³ environ. Cette détermination, résultant d'une hypothèse, doit être considérée simplement comme une indication sur la probabilité du faible développement du périmètre d'alimentation.

La réalimentation par les pluies d'été est assez rapide. On s'en rend compte en comparant les deux tronçons de la courbe de décrue, séparés par les pluies de septembre 1931, ayant totalisé 29,5 mm. Le décalage de l'anamorphose correspond à un débit de 5,5 m³/j, soit à 5,5 : 0,00776 = 709 m³ de remplissage de la capacité souterraine. Le volume d'eau qui a atteint les réserves souterraines a dépassé cette quantité de la différence du débit du deuxième jour par rapport à celui qui aurait résulté d'une décrue continue. La mesure directe manque, mais il est certain que cette différence n'a pas dû dépasser 3 m³. On peut donc dire que les deux jours de pluie, ayant totalisé 29,5 millimètres et qui se sont produits après deux mois secs, ont introduit dans le sous-sol un volume d'eau de l'ordre de 710 m³. Par contre, les 3 millimètres d'une pluie isolée du 3 octobre ne semblent pas avoir eu de répercussion sur les eaux souterraines.

La considération du débit n° 9 permet de voir immédiatement que les fortes pluies du mois de novembre n'ont pas amené une réalimentation des réserves souterraines proportionnelle à celle de septembre. Cela indique que la proportion de l'eau de ruissellement est une fonction croissante avec le total des pluies, du moins dans les limites des chutes de 1931. Lorsque le périmètre d'alimentation des sources étudiées sera délimité, on sera en mesure de définir cette relation et de vérifier si les équations de M. A. Coutagne sont ici applicables.

Conclusion

Arrivé au terme de cette étude on voit que les mesures de débit des sources d'Ampasinkely deviennent parfaitement intelligibles lorsqu'on les rapproche des pluies d'Analalava. On en tire cette conséquence qu'il est possible de déterminer le volume des eaux disponibles pendant la décrue. Ce volume est faible et son utilisation impose des mesures de protection rigoureuses. La théorie conduit ainsi à diriger les applications pratiques.

Les données discutées ont conduit aussi à l'hypothèse de la circulation des eaux tantôt dans le sable seul, tantôt dans le sable et dans la latérite qui le recouvre. L'observation directe dans un puits d'étude, situé à l'amont des sources, pourrait élucider ce problème. La surveillance de la résistance électrique des eaux des sources et de leur température pourrait y contribuer. Il faut souhaiter que ces recherches soient entreprises, car elles sont de nature à faciliter l'utilisation d'autres sources, telles que la source très abondante, située à 4 kilomètres de la ville et signalée par M. Gendreau. Enfin, étendue à des sources des différentes régions de Madagascar, cet ordre de recherches, qui comprend des jaugeages périodiques, accompagnés par des lectures d'un thermomètre et d'un pont électrolytique, devra former une base précise des connaissances utiles tant pour la science hydrologique, que pour la réalisation de l'optimum de l'exploitation des eaux souterraines.

V. Frolow.

NOTES ET INFORMATIONS

Le **60e congrès de l'Association française pour l'Avancement des Sciences** a eu lieu à Marseille, du 16 au 21 juillet 1936, sous la Présidence de M. Jacobson, Président de l'Association.

Le Ministre des Colonies s'était fait représenter à la séance d'ouverture par M. Hubert, Inspecteur Général du Service Météorologique Colonial.

Parmi les questions portées à l'ordre du jour en vue d'une discussion générale figurait celle relative aux « recherches sur la météorologie de la France d'Outre-Mer ».

Les communications adressées en réponse à cette question ayant été fort nombreuses, le développement des travaux de la 7e section (Météorologie et Physique du Globe) a pris une importance exceptionnelle. La publication de ces communications

devant demander un certain nombre de mois, il a paru intéressant pour nos lecteurs d'en donner ici les titres :

MÉTÉOROLOGIE

A) *Études d'ordre général ou concernant les régions tempérées*

MÉMERY. — Le déplacement des courants aériens de l'ouest de l'Europe, d'après les variations de l'activité solaire.

PERS. — Un type perfectionné d'appareil hélioramique.

PETITJEAN. — Activité atmosphérique et activité solaire.

BRAZIER et EBLÉ. — Températures comparées de l'air et du sol au voisinage de la surface terrestre dans la région parisienne.

G. GUILBERT. — Le baromètre et la prévision du temps.

G. GUILBERT. — L'avion dans le brouillard.

COUTAGNE. — L'évaporation et le débit d'écoulement dans la région méditerranéenne.

BALDIT. — Sur l'emploi de diagrammes orographiques pour l'étude des conditions atmosphériques en montagne.

COLOUMBA. — Le climat de Béziers.

B) *Études concernant les pays d'outre-mer*

ROCHE et DEDEBANT. — Abris météorologiques au Maroc.

RASP. — Variations de la température à Majunga (avril 1931 à avril 1936).

RAVET. — La température dans les Établissements Français de l'Océanie.

M. et Mme H. LABROUSTE. — La composante semi-diurne de la pression atmosphérique à Batavia.

COMBIER. — Note sur les vents de sable en Syrie.

WEISS. — Les vents de sable au Soudan.

CHARLET. — La vitesse du vent dans les colonies françaises.

HOBENICHE. — Note aérologique sur la région de Conakry.

KARTOVAL. — Vents dominants en saison sèche dans la région de Conakry.

FOISY. — Note sur l'harmattan.

H. HUBERT. — Les courants aériens au-dessus des colonies françaises.

PRUVOST. — Les courants aériens à Yaoundé.

PRUVOST. — Le vent au sol au Cameroun.

PICQ. — Les courants aériens au-dessus du littoral du Sénégal.

MOREAU. — Courants aériens à Cotonou.

P. CHARLI. — Vents au sol et en altitude entre Aoulef et El Goléa.

DOBBÉ. — Vent en altitude à Rabat.

MARTIN DE VIVIÈS. — Statistique des pluies à Tamatave.

BRUZON. — La période du crachin au Tonkin.

S. FROLOW. — Régime pluviométrique de la Martinique.

THOMAS. — Développement du réseau pluviométrique de Madagascar.

CARTON. — Carte de la pluviométrie moyenne de l'Indochine.

CARTON. — Cartes pluviométriques mensuelles et annuelles du Tonkin, du Nord de l'Annam, de la Cochinchine et du Cambodge.

FOISSY. — Le régime pluviométrique intertropical.

MOREAU. — Brouillards et brumes observées à Cotonou.

MOREAU. — Visibilité et nébulosité à Cotonou.

J. SANSON. — Hauteur du plafond en Afrique du Nord.

J. SANSON. — Visibilité en Afrique du Nord.

DEBRACH. — Remarques sur le bleu du ciel, le trouble atmosphérique et la visibilité (au Maroc).

BONNEAU. — Phénomènes optiques observés à Conakry.

GIOVANNELLI. — Le cyclone d'août 1933 en Océanie.

FOISSY. — Mécanisme de la formation des orages en A. O. F.

PAUPY. — Mécanisme de la formation des orages en A. O. F.

RICHARD. — Régime des grains orageux en A. E. F.

MOREAU. — Types de temps à Cotonou.

BARBERON, PAUPY et WELTER. — La semaine météorologique coloniale de 1934 en A. O. F.

CARON. — Dépression accompagnée de trombe au Togo.

CHAPDELAINE. — Le climat aux îles Saint-Pierre et Miquelon.

HILAIRE. — Les grandes divisions du climat au Cameroun.

DE CHARGÈRE. — Résumé climatique annuel pour l'année 1935 au Dahomey.

DE CHARGÈRE. — Résumés climatiques trimestriels pour l'année 1935 au Dahomey.

DE CHARGÈRE. — Résumés mensuels des observations de la station principale de Cotonou en 1935.

CARTON. — Le climat et l'homme [en Indochine].

GOUAULT. — État actuel de nos connaissances sur la météorologie du Tchad.

DE SALLES DE HYS. — Zones climatiques de la colonie du Niger.

J. SANSON. — Le climat d'Abéché (Tchad).

J. THOMAS. — La foudre à Madagascar.

GUILMET. — Sur le conditionnement de l'air en Indochine et ses conséquences pratiques.

SÉISMOLOGIE

BRAZIER. — Sur l'unification des procédés employés pour la détermination des constantes des séismographes à enregistrement mécanique.

BOIS. — Détermination de la distance épicentrale d'un séisme à foyer profond à l'aide de tables dressées pour les tremblements de terre normaux.

LACOSTE. — Quelques récentes études concernant l'agitation microséismique.

ROBERT. — Les tremblements de terre observés en Indochine depuis la fin de 1924.

CARON. — Séismicité des montagnes du Togo.

MAGNÉTISME ET ÉLECTRICITÉ TERRESTRES, RADIOACTIVITÉ

EBLÉ et Mme SALLES-HOMERY. — Comparaison des variations séculaires de la déclinaison et de l'inclinaison magnétiques à Paris et à Alger.

Ed. ROTHÉ et Mme HÉE. — Nouvelles recherches sur la radioactivité des roches d'Alsace-Lorraine.

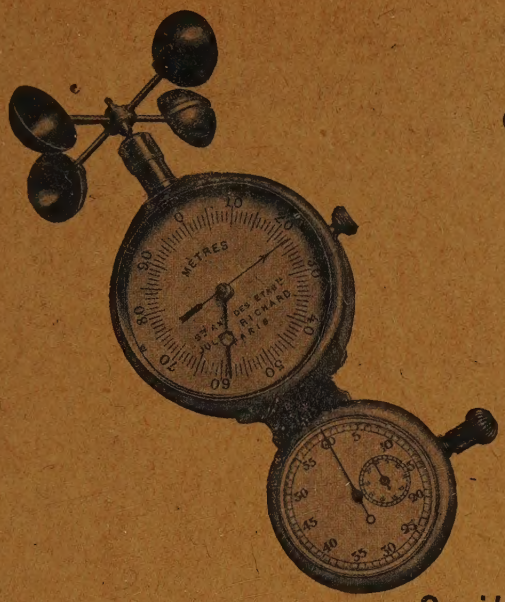
HYDROLOGIE SCIENTIFIQUE

W. FROLOW. — Sur l'écoulement fluvial.

A l'issue du Congrès plusieurs vœux ont été présentés. L'un deux a pour objet de faciliter les recherches sur la corrélation existant entre l'activité solaire et les variations de certains phénomènes météorologiques. Un autre vœu, plus général, se rapporte au développement de l'organisation des recherches scientifiques dans les territoires d'Outre-Mer.

L'Éditeur-Gérant : R. PINARDON.

Rochefort-sur-mer. — Imprimerie A. Thoyon-Thèze, 121-123, rue Pierre-Loti. — 1936



Société Anonyme des

Etablissements Jules RICHARD

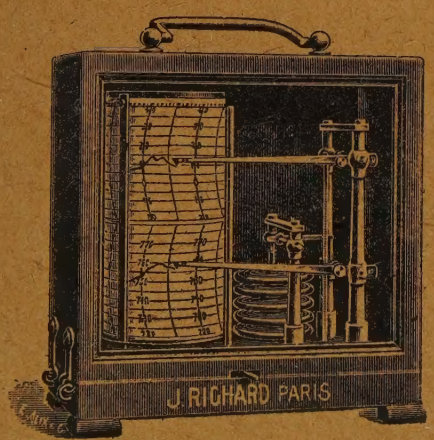
25, Rue Mélingue, PARIS (20e)

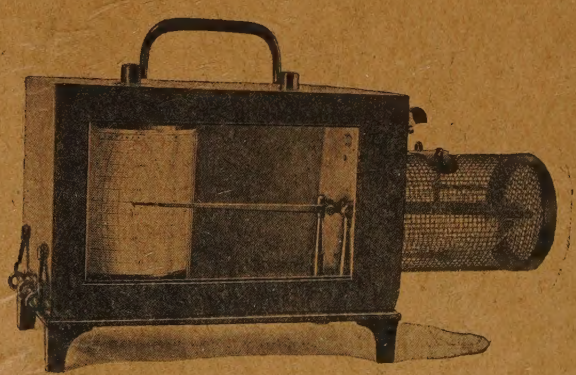
Tél. : Botzaris 88-80 — Tél. : Botzaris 88-80

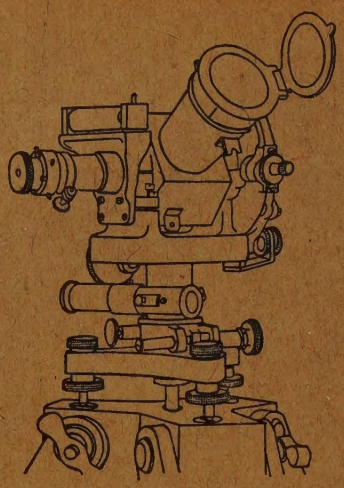
INSTRUMENTS DE PRÉCISION

de Mesure et de Contrôle

pour les Sciences et l'Industrie







A. BERTHELEMY ❁ - LORIEUX ❁ - PONTHUS ❁ et THERRODE ❁

Etabts Albert LEPETIT & Cie

Société en commandite simple. Capital 1.000.000 de francs

Constructeurs

20, Rue Marie Debos, à Montrouge (Seine)

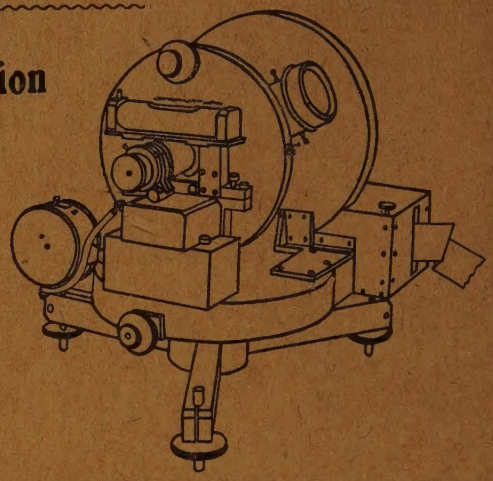
Tél. Alésia 26-37 — Ad. tél. Ponrode Paris 14

Fournisseurs des Ministères des Colonies, de la Marine, du Service Géographique de l'Armée.

Instruments de Précision

pour

— la Topographie, la Marine —
l'Aviation, la Météorologie, etc...



THÉODOLITES SIMPLES ET ENREGISTREURS
POUR LE REPÉRAGE DES BALLONS-SONDES

Catalogues franco sur demande

Rég. Comm. Seine 229-817B

ROSENMULLER
DRESDEN

ANÉMOMÈTRES
POUR TOUTES VITESSES
(à partir de 0,02 m/sec.)

GIROUETTES

TUBES DE PITOT

MICROMANOMÈTRES

LAMBRECHT
GÖTTINGEN

HYGROMÈTRES

PSYCHROMÈTRES

BAROMÈTRES

PLUVIOMÈTRES

EVAPOROMÈTRES

HÉLIOMÈTRES

A. OTT
KEMPTEN

PLANIMÈTRES
INTÉGRAPHES
ANALYSEUR-HARMONIQUE

—

ENREGISTREUR
DE MARÉE ET DE HOULE

—

APPAREILS
POUR L'ÉTUDE
DES COURANTS D'EAU

J. BAROT

Représentant exclusif
pour la France et les Colonies

20, Rue de Varenne, PARIS (7e)

Catalogues franco sur demande

Rochefort-sur-mer. — Imprimerie A. Thoyon-Thèze. — 1936.